

MEZŐGAZDASÁGI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI KUTATÁSOK A JÖVŐ SZOLGÁLATÁBAN 2.

Tudomány: iránytű az elérhető jövőhöz

Szerkesztette:
Hampel György
Kis Krisztián
Monostori Tamás



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
SZEGEDI AKADÉMIAI BIZOTTSÁG
Mezőgazdasági Szakbizottság

Szeged, 2021

A tanulmánykötet megjelentetését a Magyar Tudományos Akadémia támogatta.

Kiadó:

Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság

Mezőgazdasági Szakbizottság

6720 Szeged, Somogyi u. 7.

Telefon: +36 62 553 910

Fax: +36 62 553 912

E-mail: szab@tab.mta.hu

Technikai szerkesztő:

Hampel György

Nyomdai munkálatok:

Innovariant Nyomdaipari Kft.

6750 Algyő, Ipartelep 4.

Telefon: +36 (62) 493-626, +36 (62) 493-638

Fax: +36 62 493 914

E-mail: nyomda@innovariant.hu

ISBN 978-963-508-980-2

SZERKESZTŐK

<i>Dr. Hampel György</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet (Szeged)
<i>Dr. habil. Kis Krisztián</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet (Szeged); elnök, Agrárökonómiai Munkabizottság, MTA SZAB X. Mezőgazdasági Szakbizottság (Szeged)
<i>Dr. Monostori Tamás</i>	PhD, főiskolai tanár, intézetvezető, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely); elnök, X. Mezőgazdasági Szakbizottság, MTA SZAB (Szeged)

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	9
Bordé Ádám – Allaga Henrietta – Monostori Tamás – Vágvölgyi Csaba: Epifita és endofita gomba- és baktériumtörzsek izolálása egy levélen keresztül ható lombkezelő készítmény kifejlesztése céljából	11
Ecseri Károly – Kiss Tímea: fenntartható gyűjteményes kert az alföldön - az NJE KVK dendrológiai gyűjteményének korbecslése	25
Ferencz Árpád – Vojnich Viktor – Csiba Anita: Agrárgazdasági szövetkezetek vidékfejlesztést szolgáló tevékenysége	33
Gráff Myrtil – Tóth Violetta – Mikó Edit: Fejési rendszerek összehasonlítása a tejmenyiség, szomatikus sejtszám és a tejösszetétel szempontjából.....	41
Hampel György: Információfeldolgozás és döntéstámogatás gazdák számára Microsoft Excellel	51
Komarek Levente: A hazai állatállomány strukturális változásának területi alakulása	61
Kujáni Katalin – Ferencz Árpád – Csiba Anita: Gazdálkodás és a klímaváltozás kapcsolata	71
Kusza Szilvia – Hegedűs Bettina – Bagi Zoltán: Korszerű genetikai eszközökkel elért eredményeink az élhető jövő érdekében - az állatvilágot érő kihívások kezelése a klímaváltozás közepette.....	79
Lantos Ferenc – Tóth Csenge – Makra László: Az egyenyári üröm (Artemisia annua L.) bioaktív anyagainak antioxidáns kapacitás vizsgálata	97
Lendvai Edina – Tóth Anita: Okos csomagolások az élelmiszeriparban és azok várható fogadtatása: egy kvantitatív felmérés tapasztalatai.....	103
Majzinger István – Farkas Péter: A mezei nyúl korcsoportok szerinti állomány szintű szaporodási teljesítményének értékelése - új megközelítés	111
Monostori Tamás – Tóth Gergely – Bordé Ádám – Vojnich Viktor – Jakab Péter – Láng Vince: A szárazabb termesztéstechnológia fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata a Dél-Alföldön	121
Nagy Sándor: A fenntartható fejlődésre irányuló számvevőszéki auditok hozzáadott értékének növelési lehetőségei	129
Panyor Ágota – Szabó Klaudia Fanni: Az álgabonák fogyasztási szokásainak vizsgálata a szegedi egyetemisták körében	143
Pépó Péter: Növénytermesztési kutatások a gyakorlat szolgálatában	157
Ruzsa Dzsénifer Mária – Bodnár Károly: Tehéntej fogyasztási szokások vizsgálata hazai vásárlók körében	175
Szamosköziné Kispál Gabriella: Költség-jövedelem viszonyok a szőlőtermelő gazdaságokban	179

Szepesi-Bencsik Dóra: Mi folyik itt? – Melléktermék vegyületek az ivóvízben	189
Tar Melinda – Irmes Katalin – Vályi-Nagy Marianna – Kristó István: Lombtrágya kezelések hatása az őszi búza termésére és termésselemeire	199
Turiné Farkas Zsuzsa – Jóljárt Fanni: Mini ciklámen fajták díszítőértékének vizsgálata a fenntartható termesztéshez	209
Vojnich Viktor – Ferencz Árpád: Különböző trágyázási módok hatása a kukoricatermesztés hatékonyságára	221
Zsótér Brigitta – Zaka Norbert: Vonalkódos raktár irányítási rendszer bevezetésének tervezése egy szeged környéki vállalatnál.....	227

TABLE OF CONTENTS

Preface	9
Ádám Bordé – Henrietta Allaga – Tamás Monostori – Csaba Vágvölgyi: Isolation of Epiphytic and Endophytic Fungal and Bacterial Strains for the Development of a Foliar Fertilizer.....	11
Károly Ecseri – Tímea Kiss: Maintainable Collection Garden in the Great Plain – An Age Estimation of the Dendrological Collection of NJE.....	25
Árpád Ferencz – Viktor Vojnich – Anita Csiba: The Rural Development Activities of Agricultural Cooperatives	33
Myrtil Gráff – Violetta Tóth – Edit Mikó: Comparison of Milking Systems Based on Milk Quality and Milk Quantity	41
György Hampel: Information Processing and Decision Support for Farmers with Microsoft Excel	51
Levente Komarek: Spatial Structural Changes of Livestock in Hungary	61
Katalin Kujáni – Árpád Ferencz – Anita Csiba: The Link Between Farming and Climate Change	71
Szilvia Kusza – Bettina Hegedűs – Zoltán Bagi: Our Achievements with Modern Genetic Tools for a Livable Future – Tackling the Challenges of Wildlife in the Midst of Climate Change	79
Ferenc Lantos – Csenge Tóth – László Makra: Studies on the Antioxidant Capacity of Bioactive Substances of Sweet Wormwood (<i>Artemisia Annua</i> L.).....	97
Edina Lendvai – Anita Tóth: Intelligent Packaging in the Food Industry and Its Expected Acceptance: Experience of a Quantitative Survey.....	103
István Majzinger – Péter Farkas: Evaluation of Stock-leveling Reproductive Performance of Brown Hare (<i>Lepus Europaeus</i> , Pallas, 1778) by Age Groups – A New Approach	111
Tamás Monostori – Gergely Tóth – Ádám Bordé – Viktor Vojnich – Péter Jakab – Vince Láng: Studies on the Possibilities for the Development of Dry Bean Production Technology in the Southern Great Plain	121
Sándor Nagy: Opportunities to Increase the Added Value of Public Audits on Sustainable Development	129
Ágota Panyor – Klaudia Fanni Szabó: Examination of the Consumption Habits of Pseudocereals Among the Students of Szeged	143
Péter Pepó: Plant Production Research in the Service of Practice	157
Dzsenifer Mária Ruzsa – Károly Bodnár: Investigation of Cow's Milk Consumption Habits Among Domestic Consumers.....	175
Gabriella Szamosköziné Kispál: Cost Income Relationships in Wine-producing Farms	179
Dóra Szepesi-Bencsik: What's Going On? – Disinfection By-products in Drinking Water	189

Melinda Tar – Katalin Irmes – Marianna Vályi-Nagy – István Kristó: Study of the Effects of Foliar Fertilizer for Yield and Yield Components of Winter Wheat	199
Zsuzsa Turiné Farkas – Fanni Jóljárt: Analysis of the Ornamental Value of Mini Cyclamen Varieties for Sustainable Growing	209
Viktor Vojnich – Árpád Ferencz: Effect of different Fertilization Methods on the Efficiency of Maize Production.....	221
Brigitta Zsótér – Norbert Zaka: Planning the Introduction of a Barcode Warehouse Management System at a Company Near Szeged	227

Előszó

A Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottsága idén is megrendezte konferenciáját a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozathoz kapcsolódóan, „*Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások egy élhető jövőért*” címmel. Jelen kiadvány a konferencia előadói és a Szakbizottság Munkabizottságainak tagjai által készített tanulmányokat teszi közzé.

A tanulmánykötet célja – összhangban a 2021. évi Magyar Tudomány Ünnepe mottójával: „*Tudomány: iránytű az élhető jövőhöz*” –, hogy új gondolatok és eredmények közreadásával járuljunk hozzá az érintett szak- és tudományterületek tudáskészletének gyarapításához, illetve az egyes tématerületek berkeiben zajló tudományos és szakmai diskurzusok előmozdításához, ezáltal az élhető jövőhöz. Ezen szándékunkat és elkötelezettségünket fejezi ki az idén második alkalommal megjelentetett kiadványunk címe is: „*Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában*”.

Az emberiségnek óriási kihívásokkal kell szembenéznie, amelyek egyaránt érintik a természeti környezet, a társadalom és a gazdaság folyamatait és interakcióit. A kihívásokra adható releváns és adekvát válaszok kialakításában a tudománynak kiemelkedő jelentőségű szerepe van. Az emberi tudásnak, mint elsődleges erőforrásnak primátusa van azon képességek kialakításában, amelyek nélkülözhetetlenek az alkalmazkodás folyamatában, az élhetőség folyamatos fenntartásában. Ilyen olvasatban a tudás, mint egyfajta társadalomszervező erő tekinthető az élhető jövő zálogának.

A tanulmánykötetben a Mezőgazdasági Szakbizottság Munkabizottságai által művelt tudományterületekhez kapcsolódó tanulmányok kerülnek bemutatásra. Így azok az agrárökonómia és a vidékfejlesztés, az állattenyésztés és a vadgazdálkodás, a növénytermesztés, a kertészet és a növénynevelés kutatási eredményeibe nyújtanak betekintést.

Ezúton is köszönjük előadóinknak és tagtársainknak értékteremtő közreműködésüket, előremutató gondolataikat, tudományos eredményeiket, a tudomány és az élhető jövő iránt elkötelezett munkájukat. Köszönjük továbbá a Magyar Tudományos Akadémia támogatását a tanulmánykötet megjelentetésében.

Szeged, 2021. november

A szerkesztők

EPIFITA ÉS ENDOFITA GOMBA- ÉS BAKTÉRIUMTÖRZSEK IZOLÁLÁSA EGY LEVÉLEN KERESZTÜL HATÓ LOMBKEZELŐ KÉSZÍTMÉNY KIFEJLESZTÉSE CÉLJÁBÓL

Bordé Ádám^{1,2} – Allaga Henrietta² – Monostori Tamás¹ – Vágvölgyi Csaba²

ISOLATION OF EPIPHYTIC AND ENDOPHYTIC FUNGAL AND BACTERIAL STRAINS FOR THE DEVELOPMENT OF A FOLIAR FERTILIZER

¹Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet,
Hódmezővásárhely

²Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék,
Szeged

Absztrakt: Napjaink egyik égető problémája az egyre nagyobb mértéket öltő globális kémiai környezetterhelés, illetve ennek káros következményei. Az ipar mellett a mezőgazdasági tevékenységekkel is számottevő vegyi anyag (pl. növényvédő szerek, műtrágyák) kerül a környezetbe, ezért fontos az ökológiai szemléletű és fenntartható megoldások keresése mind az ipari, mind a mezőgazdasági termelésben. A mezőgazdaságban az egyik ilyen potenciális lehetőség a biológiai növényvédelem, azon belül is a biokontroll ágensek (*biocontrol agent*, BCA) alkalmazása. Azokat a mikroorganizmusokat nevezzük biokontroll ágenseknek, amelyek képesek valamilyen módon a növényi kórokozókat elnyomni, kedvező esetben pedig még a növény növekedésének serkentéséhez is hozzájárulhatnak. Biokontroll ágensekre a baktériumok és a gombák között is számos példát találunk. Munkám során ilyen, jó biokontroll képességekkel rendelkező gomba- és baktériumtörzsek kutatásával foglalkozom. Eddigi munkánk során több mint 150 felszíni (epifita) és a növényi szövetek belsejében található (endofita) gomba- és baktériumtörzset izoláltunk különböző ültetvényekről származó édesburgonya [*Ipomoea batatas* (L.) LAM.] növényekből és a növényi rizoszférából. Közülük közel 50 izolátumot szekvenálási eljárás segítségével azonosítottunk, továbbá elvégeztük ezeknek a törzseknek az ökofiziológiai vizsgálatait (pl. hőmérséklet- és pH optimum, vízkiválasztás vizsgálat, enzimaktivitás mérések). Jelenleg a *Bacillus licheniformis* törzsek további vizsgálatával (pl. sziderofór termelőképesség, indol-ecetsav termelés, foszfor mobilizálás) foglalkozunk. Kutatómunkánk távlati célja, kiemelkedő biokontroll képességekkel rendelkező gomba- és baktériumtörzsek felhasználásával, egy magas depszipeptid tartalmú, kitozán nanorészecskékkal stabilizált lombkezelő készítmény kifejlesztése a mezőgazdaság számára.

Abstract: One of today's pressing problems is the increasing global chemical pollution and its harmful consequences. In addition to industry, agricultural activities also release a significant amount of chemicals (e.g., pesticides, fertilisers) into the environment, making it important to find ecological and sustainable solutions for both industrial and agricultural production. In agriculture, one of these potential options is the use of biological crop protection, including biocontrol agents (BCA). Microorganisms that have the potential to suppress plant pathogens in some way and, in favourable cases, even to stimulate plant growth, are called biocontrol agents. There are many examples of biocontrol agents, including bacteria and fungi. In my work I am investigating such strains of fungi and bacteria with good biocontrol capabilities. In our work so far, we have isolated more than 150 fungal and bacterial strains from the surface (epiphytes) and inside plant tissues (endophytes) of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) LAM.] plants from different plantations and from the plant rhizosphere. Among them, about 50 isolates have been identified by sequencing and ecophysiological studies of these strains (e.g., temperature and pH optimum, water activity assay, enzyme activity measurements) have been performed. Currently, detailed studies of *Bacillus licheniformis* strains (e.g., siderophore production capacity, indole acetic acid production, phosphorus mobilization) are being carried out.

The long-term goal of our research is to develop a foliar fertilizer formulation for agriculture with high depsipeptide content and stabilized with chitosan nanoparticles, using fungal and bacterial strains with outstanding biocontrol capabilities.

Kulcsszavak: biokontroll ágens, epifita, endofita, édesburgonya, lombkezelő készítmény

Keywords: biocontrol agent (BCA), epiphytic, endophytic, sweet potato, foliar fertilizer

1. Bevezetés

Napjainkban az ipari és mezőgazdasági tevékenységből származó kémiai környezetszennyezés visszaszorítása kulcsfontosságú a természeti környezet és az emberi egészség megóvása érdekében. Az intenzív mezőgazdasági és kertészeti technológiák révén évente több millió tonna természetidegen szintetikus vegyület (pl. műtrágya, peszticid) kerül kijuttatásra. A felhasznált vegyszereknek a legtöbb esetben csak kis része hasznosul és fejt ki a kívánt hatást, nagyobb részben kimosódással, illetve egyéb folyamatok során bekerülnek a talaj felső rétegeibe, a talajvízbe, vagy éppen a biológiai táplálékláncba.

A leírtakból is látható, hogy nagyon fontos az olyan ökológiai szemléletű technológiák kidolgozása és a mezőgazdasági gyakorlatba történő átültetése, amelyek hosszútávon a fenntartható, „környezetbarát” mezőgazdaság alapjait jelenthetik. A kémiai növényvédelem és a szintetikus anyagok használatára épülő termésfokozás jó alternatívái lehetnek a biológiai eredetű készítmények. Ilyen biológiai úton előállított készítmények (pl. talajoltó készítmények, növénykondicionáló szerek) használatával jelentősen csökkenhetjük a mezőgazdasági területeink vegyszerterhelését, továbbá fontos megemlíteni, hogy ezek a készítmények számos esetben a szintetikus vegyületek alkalmazásához mérhető kedvező hatást érhetnek el. A biológiai alapú készítmények alapjait úgynevezett biokontroll ágensek (*biocontrol agent* – BCA) képezik, amelyek képesek elnyomni a növényi kórokozókat, illetve szerencsés esetben egyéb kedvező tulajdonságuk is van (pl. serkentetik a növények fejlődését). Biokontroll ágensekre mind a baktériumok (Cantoro et. al., 2021), mind a gombák (Ghazanfar et. al., 2018) között számos példát találunk. A biokontroll ágensek lokalizációjukat tekintve két fő csoportra oszthatók, a növényi rizoszférában illetve a növényi szövetek felületén található úgynevezett epifita mikroorganizmusokra, illetve a belső növényi szövetekben található endofita mikroorganizmusokra (Bacon–White, 2016, Porras-Alfaro–Bayman, 2011). A biokontroll kutatás szempontjából a gombák közül a *Trichoderma* nemzetség, míg a baktériumok közül a *Bacillus* nemzetség tekinthető kiemelkedően fontosnak. A biológiai készítményekben található mikroorganizmusok különböző módon fejtik ki kívánatos hatásukat, ilyen lehet például a növényi védekezési mechanizmusok beindítása, a tápanyagok mobilizációja vagy éppen a növekedést elősegítő növényi hormonok termelésének serkentése. Itt fontos megemlíteni a bizonyos *Bacillus* törzsek által termelt fehérje természetű antibiotikumokat, összefoglaló néven depszipeptideket, amelyek számos növénypatogén mikroorganizmus ellen hatásosnak bizonyultak (Ongena–Jaques, 2008, Favaro et. al., 2016). Annak ellenére, hogy a biokontroll mikroorganizmusok

kutatása több évtizede folyik, újabb kedvező tulajdonságú biokontroll törzsek izolálása és jellemzése napjainkban is kiemelten fontos kutatási feladat (Raymaekerts et. al., 2020).

Munkánk során hazai édesburgonya ültetvényekről származó növény- és talajmintákból izolált gomba-, illetve baktériumtörzsek azonosításával és ökofiziológiai jellemzésével foglalkozunk, amelyek közül a jó biokontroll tulajdonságokkal rendelkező törzseket egy levélszinten alkalmazható készítmény létrehozása céljából vizsgáljuk.

2. Anyag és módszer

2.1. Mintagyűjtés

Kísérletes munkánk mintáit Ásotthalmon és Madarason található édesburgonya ültetvényekről gyűjtöttük. A mintabegyűjtés során gumó-, szár-, levél- illetve talajmintákat vettünk. A talaj és növény mintákat steril műanyag zacskóba helyeztük, lezártuk, és a további feldolgozásig +4 °C-on tároltuk.

2.2. Táptalajok

A baktériumok izolálásához nisztatinnal (1 mg/l) és karbendazimmal (1 mg/ml) kiegészített élesztő-glükóz táptalajt (10 g/l glükóz, 5 g/l élesztőkivonat, 20 g/l agar), gombák esetén pedig egy gomba-szelektív táptalajt alkalmaztunk (1. táblázat). Az izolált gomba- és baktériumtörzsek fenntartásához minden esetben élesztő-glükóz táptalajt (10 g/l glükóz, 5 g/l élesztőkivonat) használtunk.

1. táblázat: Az izolálás során alkalmazott gomba-szelektív táptalaj összetétele.

szója pepton	5 g/l
KH ₂ PO ₄	1 g/l
glükóz	10 g/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,5 g/l
agar (bakteriológiai)	20 g/l
bengál vörös	0,5 mg/l
diklorán	1 mg/l
sztreptomycin	3 mg/l
klóramfenikol	3 mg/l

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

2.3. Epifita izolálás körülményei

Az felszínen található mikroorganizmusok izolálásakor a gumó-, illetve szárminták esetében steril fültisztító pálcika segítségével a növényi minta felszínét alaposan átdörzsöltük, majd a pálcikát steril 0,9%-os fiziológiás sóoldatba merítettük a mikroorganizmusok lemosása céljából. Talajminták esetében steril eszközök felhasználásával 1 g talajra 10 ml steril 0,9%-os fiziológiás sóoldatot pipettáztunk.

Az így létrehozott szuszpenziókból hígítási sorokat készítettünk, majd a hígítási sor egyes tagjaiból 50-50 µl-t gomba-, illetve baktérium-szelektív táptalajokra

szélesztettünk. A telepkepződést naponta ellenőriztük, a képződött telepek száma alapján CFU-t számoltunk.

2.4. Endofita izolálás körülményei

Az endofita mikroorganizmusok izolálásához az Ásotthalmon és Madarason gyűjtött édesburgonya minták gumóját, szárát és levelét használtuk fel. Első lépésként a növényi mintákat vízzel alaposan megmostuk, majd papírtörülő segítségével leitatottuk róluk a nedvességet. A növényi részeket steril fülkében, steril szike és olló segítségével kb. 1 cm-es darabokra aprítottuk. A felszíni sterilizáláshoz a mintákat először 30 másodpercig 0,1% Hg_2Cl_2 oldatban áztattuk, majd további 30 másodpercre 70% etanolba helyeztük. Ezeket a lépéseket kétszer megismételtük. A második sterilizációs ciklus után a mintákat az etanol leszáritását követően baktérium-, illetve gomba szelektív táptalajra helyeztük. A mintákat tartalmazó csészéket a táptalaj kiszáradásának megelőzése céljából parafilmmel lezártuk, majd 25 °C-on, 10 napig inkubáltuk. A telepkepzést naponta ellenőriztük (Vigneshwari et al., 2019, Turbat et al., 2020).

2.5. DNS kivonás, PCR reakciók, azonosítás

Az izolátumok azonosításához először DNS kivonást végeztünk (*E.Z.N.A. HP Fungal DNA Kit*; *E.Z.N.A. Bacterial DNA Kit*, Omega Bio-tek, USA), majd PCR reakciókat állítottunk össze. Gombák esetében ITS szekvenciákra specifikus primer párt (ITS1-ITS4) (White et al., 1990), míg baktériumok esetén a *gyrA* (Reva et al., 2004) és *Eub* (Muyzer et al., 1993, Sajben-Nagy, 2011) szekvenciákra specifikus primer párokat alkalmaztunk a hivatkozásokban szereplő paraméterek szerint. A PCR termékeket tisztító kit (*E.Z.N.A. Cycle Pure Kit*, Omega Bio-tek, USA) segítségével tovább tisztítottuk. A szekvenálás külső szolgáltatás igénybevételével történt. A fajmeghatározáshoz a szekvenálás során kapott szekvenciákat az NCBI adatbázisában (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) „*standard nucleotide blast*” módban elemeztük.

2.6. Baktériumtörzsek ökofiziológiai vizsgálatai

Az ökofiziológiai tesztek során a baktériumtörzsek hőmérséklet optimumát (25 °C és 37 °C) és pH optimumát (pH 4, 6 és 8), sótűrését (1, 2 és 5% NaCl), illetve extracelluláris enzintermelését (lipáz, celluláz, proteáz és kitináz) vizsgáltuk. A vizsgálatokhoz minden esetben frissen kioltott törzsekből élesztő-glükóz tápoldatban (10 g/l glükóz, 5 g/l élesztőkoncentrátum) 16 órás tenyésztést végeztünk (25 °C, 140 rpm). A tenyészetek OD (optikai denzitás) értékeit 620 nm-en, spektrofotométer segítségével határoztuk meg. Az adatok kiértékelését Microsoft Excel segítségével végeztük.

3. Eredmények

3.1. Epifita izolálások eredményei

Munkánk során eddig összesen 56 epifita gombatörzset és 51 epifita baktériumtörzset izoláltunk különböző édesburgonya, illetve talajmintákból (2-3. táblázatok).

2. táblázat: Édesburgonya felszínéről, illetve talajból izolált gombatörzsek kódszámai.

	T1	G1	L1	T2	G2	L2	T3	G3	L3	T4	G4	L4	T5	G5	L5
1	T1/ G1	G1/ G1	L1/ G1	T2/ G1	G2/ G1	L2/ G1	T3/ G1	G3/ G1	L3/ G1	T4/ G1	G4/ G1	L4/ G1	T5/ G1	G5/ G1	L5/ G1
2	T1/ G2	G1/ G2	L1/ G2	T2/ G2	G2/ G2	L2/ G2	T3/ G2	G3/ G2	L3/ G2	T4/ G2	G4/ G2	L4/ G2	T5/ G2	G5/ G2	L5/ G2
3	-	G1/ G3	-	T2/ G3	G2/ G3	L2/ G3	T3/ G3	G3/ G3	L3/ G3	T4/ G3	G4/ G3	L4/ G3	-	G5/ G3	L5/ G3
4	-	-	-	T2/ G4	G2/ G4	-	T3/ G4	G3/ G4	-	T4/ G4	G4/ G4	L4/ G4	-	G5/ G4	-
5	-	-	-	T2/ G5	G2/ G5	-	-	G3/ G5	-	T4/ G5	-	L4/ G5	-	-	-
6	-	-	-	T2/ G6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

T: talajminta, G: gumóminta, L: levél- és szár minta; 1, 2, 3: ásothalmi minták, 4, 5: madarasi minták. Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3. táblázat: Édesburgonya felszínéről, illetve talajból izolált baktériumtörzsek kódszámai.

	T1	G1	L1	T2	G2	L2	T3	G3	L3	T4	G4	L4	T5	G5	L5
1	T1/ B1	G1 /B1	L1/ B1	T2/ B1	G2 /B1	-	T3/ B1	G3 /B1	L3/ B1	T4/ B1	G4 /B1	L4/ B1	T5/ B1	G5 /B1	L5/ B1
2	T1/ B2	G1 /B2	L1/ B2	T2/ B2	G2 /B2	-	T3/ B2	G3 /B2	L3/ B2	T4/ B2	G4 /B2	L4/ B2	-	G5 /B2	L5/ B2
3	T1/ B3	G1 /B3	L1/ B3	T2/ B3	G2 /B3	-	T3/ B3	-	L3/ B3	T4/ B3	G4 /B3	L4/ B3	-	G5 /B3	L5/ B3
4	T1/ B4	-	-	T2/ B4	G2 /B4	-	T3/ B4	-	-	T4/ B4	-	-	-	G5 /B4	L5/ B4
5	T1/ B5	-	-	T2/ B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	T1/ B6	-	-	T2/ B6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	T1/ B7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

T: talajminta, G: gumóminta, L: levél- és szár minta; 1, 2, 3: ásothalmi minták, 4, 5: madarasi minták. Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3.2 Endofita izolálások eredményei

Összesen 34 különböző endofita gomba izolátumot, továbbá 22 endofita baktérium izolátumot tenyésztettünk ki (4-5. táblázatok).

4. táblázat: Édesburgonya növényből izolált endofita gombatörzsek kódszámai.

	L1	L2	L3	SZ1	SZ2	SZ3	G1	G2	G3
1	EL1/ G1	EL2/ G1	EL3 /G1	ESZ1/ G1	ESZ2/ G1	ESZ3/ G1	-	EG2/ G1	EG3/ G1
2	EL1/ G2	EL2/ G2	EL3 /G2	ESZ1/ G2	ESZ2/ G2	ESZ3/ G2	-	-	-
3	EL1/ G3	-	EL3 /G3	ESZ1/ G3	ESZ2/ G3	ESZ3/ G3	-	-	-
4	-	-	EL3 /G4	ESZ1/ G4	ESZ2/ G4	ESZ3/ G4	-	-	-
5	-	-	EL3 /G5	-	-	ESZ3/ G5	-	-	-
6	-	-	EL3 /G6	-	-	ESZ3/ G6	-	-	-
7	-	-	EL3 /G7	-	-	ESZ3/ G7	-	-	-
8	-	-	-	-	-	ESZ3/ G8	-	-	-
9	-	-	-	-	-	ESZ3/ G9	-	-	-
10	-	-	-	-	-	ESZ3/ G10	-	-	-
11	-	-	-	-	-	ESZ3/ G11	-	-	-
12	-	-	-	-	-	ESZ3/ G12	-	-	-

SZ: szárminta, G: gumóminta, L: levélminta

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

5. táblázat: Édesburgonya növényből izolált endofita baktériumtörzsek kódszámai.

	L1	L2	L3	SZ1	SZ2	SZ3	G1	G2	G3
1	EL1/ B1	EL2/ B1	EL3/ B1	ESZ1/ B1	ESZ2/ B1	-	EG1/ B1	EG2/ B1	EG3/ B1
2	EL1/ B2	-	EL3/ B2	-	-	-	EG1/ B2	EG2/ B2	EG3/ B2
3	EL1/ B3	-	EL3/ B3	-	-	-	-	-	EG3/ B3

(folytatás a következő oldalon)

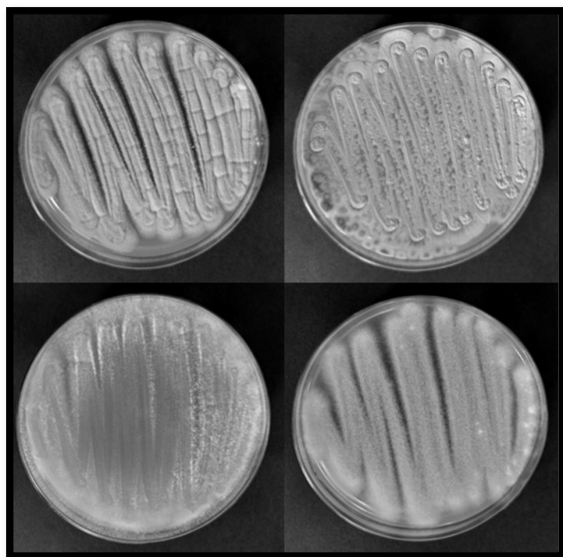
5. táblázat (folytatás): Édesburgonya növényből izolált endofita baktériumtörzsek kódszámai.

	L1	L2	L3	SZ1	SZ2	SZ3	G1	G2	G3
4	-	-	EL3/ B4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	EL3/ B5	-	-	-	-	-	-
6.	-	-	EL3/ B6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	EL3/ B7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	EL3/ B8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	EL3/ B9	-	-	-	-	-	-

SZ: szárminta, G: gumóminta, L: levélminta

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

1. ábra: Endofita gombatörzsek tiszta tenyészei.



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3.3. A fajszerű azonosítás eredményei

Tekintettel arra, hogy kutatásunk elsősorban az endofita gomba- és baktériumtörzsek szelekciójára irányul, ezért túlnyomórészt ezek közül választottunk ki a szekvencia alapján meghatározandó izolátumokat.

Endofita gombák esetében összesen 19 törzset azonosítottunk ITS szekvenciák alapján. A fajmeghatározás során többek között *Alternaria*, *Bipolaris*, *Fusarium*,

valamint *Acrocalymma* és *Macrophomina* fajokat sikerült azonosítanunk (6. táblázat).

6. táblázat: Azonosított endofita gombatörzsek.

No.	Törzs kód	Bar code	Primer	Fajnév
1.	<i>EL1/G1</i>	TS01886290	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
2.	<i>ESZ3/G4</i>	TS01886291	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
3.	<i>ESZ2//G1</i>	TS01886292	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
4.	<i>EL3/G1</i>	TS01886293	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
5.	<i>EL3/G2</i>	TS01886294	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Epicoccum nigrum</i>
6.	<i>ESZ3/G12</i>	TS01886295	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Bipolaris sorokiniana</i>
7.	<i>ESZ3/G5</i>	TS01886296	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
8.	<i>EL3/G5</i>	TS01886297	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>T. harzianum</i> faj komplex
9.	<i>ESZ3/G3</i>	TS01886298	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
10.	<i>EL3/G7</i>	TS01886299	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Fusarium tricinctum</i>
11.	<i>EL3/G4</i>	TS01886300	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
12.	<i>ESZ2/G4</i>	TS01886301	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Aspergillus oryzae</i>
13.	<i>ESZ3/G1</i>	TS01886302	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria infectoria</i>
14.	<i>EG3/G1</i>	TS01886303	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Acrocalymma vagum/ sp.</i>
15.	<i>ESZ1/G1</i>	TS01886304	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria angustiovoidea</i>
16.	<i>EG2/G1</i>	TS01886305	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Macrophomina phaseolina</i>
17.	<i>EL2/G1</i>	TS01886306	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Alternaria alternata</i>
18.	<i>ESZ2/G2</i>	TS01886307	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Fusarium oxysporum</i>
19.	<i>EL3/G6</i>	TS01886308	ITS1 (forward) primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	<i>Bipolaris bicolor</i>

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Az endofita és epifita baktériumok közül összesen 12 izolátumot azonosítottunk a *gyrA* és *Eub* szekvenciák alapján. Ahogy a 7. számú táblázatban is látható, elsősorban *Bacillus* fajok, továbbá *Pseudomonas* és *Stenotrophomonas* fajok szerepelnek ebben a listában.

7. táblázat: Azonosított epifita és endofita baktériumtörzsek

No.	Törzs kód	Bar code	Primer	Fajnév
1.	T1/B1	TS01886478	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
2.	T1/B3	TS01886479	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
3.	EL3/B1	TS01886480	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
4.	EG3/B2	TS01886481	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
5.	EL1/B1	TS01886482	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
6.	EG2/B2	TS01886483	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
7.	EL2/B1	TS01886484	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
8.	ESZ1/B1	TS02338077	<i>gyrA</i> (forward) 5'- CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3'	<i>Bacillus licheniformis</i>
9.	ESZ2/B1	TS01886523	<i>Eub</i> 341-F (forward) (5' – CCTACGGGAGGCAGCAG – 3')	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>
10.	EL1/B3	TS01886548	<i>Eub</i> 341-F (forward) (5' – CCTACGGGAGGCAGCAG – 3')	<i>Pseudomonas kilonensis</i>
11.	EG1/B1	TS01886549	<i>Eub</i> 341-F (forward) (5' – CCTACGGGAGGCAGCAG – 3')	<i>Pseudomonas lini</i>
12.	EL3/B3	TS01886546	<i>Eub</i> 341-F (forward) (5' – CCTACGGGAGGCAGCAG – 3')	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>

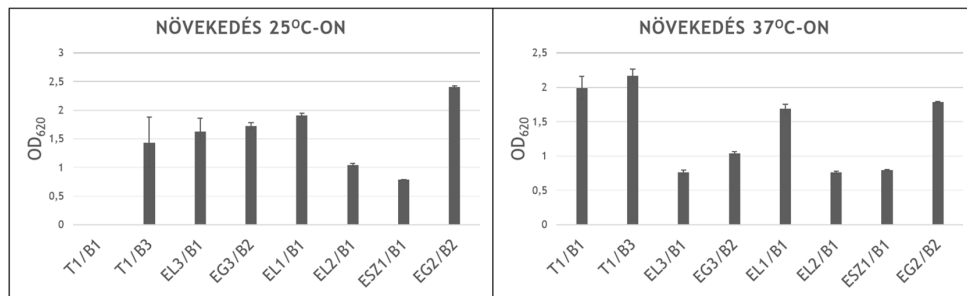
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3.4. Ökofiziológiai vizsgálatok eredményei

Mivel munkánk során elsődlegesen a *Bacillus* törzsek szelektálása a fő cél, ezért elvégeztük a *Bacillus licheniformis*-ként azonosított törzsek általános ökofiziológiai vizsgálatait.

A törzsek hőmérséklet optimumát vizsgálva megállapítottuk, hogy a *B. licheniformis* törzseink általában mind 25 °C-on, mind 37 °C-on képesek voltak növekedni. Ugyanakkor jól látható, hogy 25 °C-on az T1/B1 törzs egyáltalán nem növekedett, míg a legjobban az EG2/B2 törzs tudott növekedni.

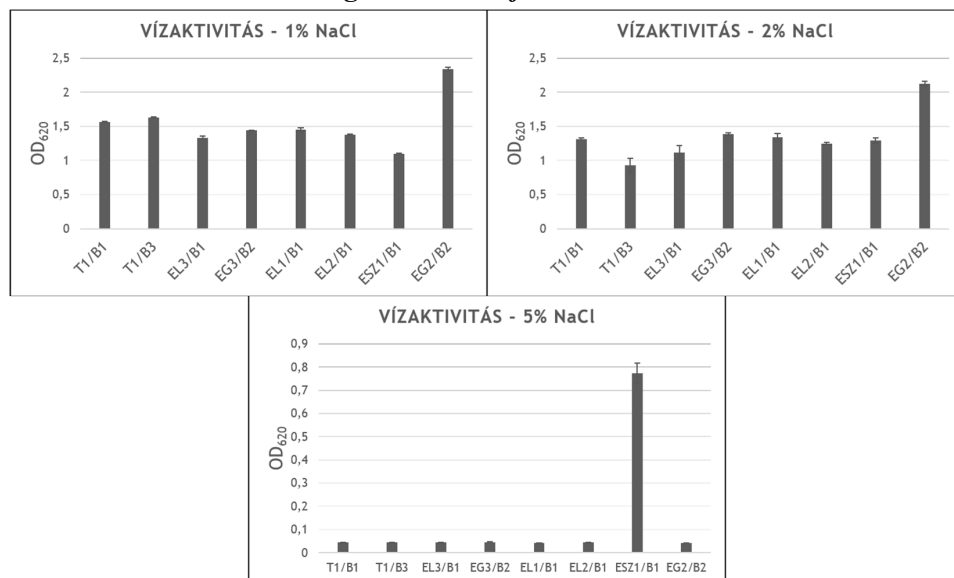
Megfigyelhető, hogy 37 °C-on a T1/B1 és T1/B3 törzsek mutatták a legintenzívebb növekedést, míg ezen a hőmérsékleten az EL3/B1, EL2/B1 és ESZ1/B1 törzsek viszonylag gyengén tudtak növekedni (2. ábra).

2. ábra: A vizsgált *B. licheniformis* törzsek hőmérséklet függése.

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A *B. licheniformis* törzsek sótűrését (vízaktivitás hatását) vizsgálva elmondható, hogy a törzsek növekedése 1 és 2% NaCl jelenlétében nem tért el lényegesen egymástól, kivéve az EG2/B2 törzs, amely mindkét koncentrációnál kiemelkedő növekedést mutatott.

Elmondható továbbá, hogy 5% NaCl jelenlétében a *B. licheniformis* törzsek már alig mutattak növekedést. Kivétel ez alól az ESZ1/B1 törzs, amely még ennél a sókoncentrációnál is viszonylag intenzív növekedést mutatott (3. ábra).

3. ábra: A vizsgált *B. licheniformis* törzsek sótűrése.

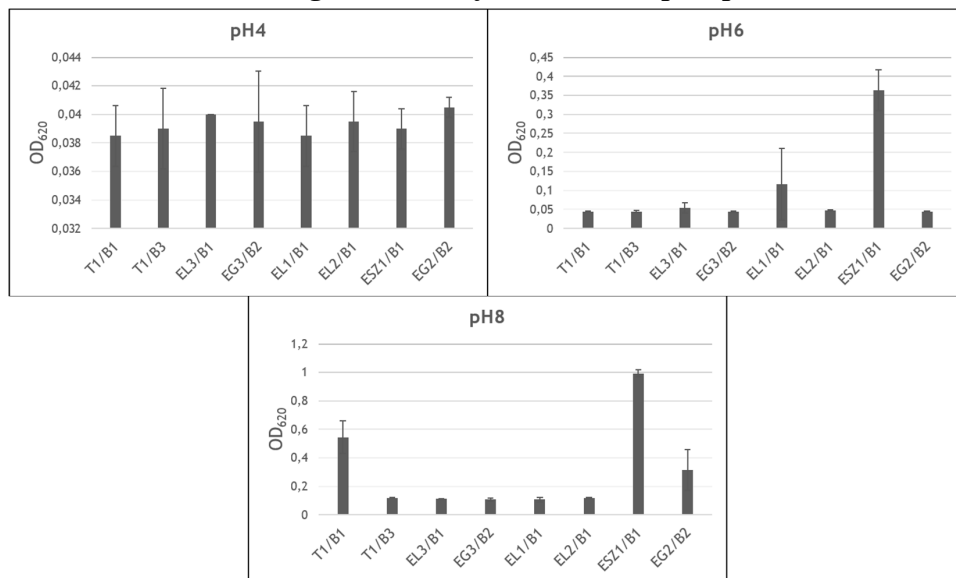
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A *B. licheniformis* törzsek pH optimumát vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy 4-es pH értéken a törzseket viszonylag egységes növekedés jellemezte.

Ezzel szemben 6-os, illetve 8-as pH értékeken már jelentős eltérést tapasztaltunk az egyes törzsek között. Jól látható, hogy az ESZ1/B1 baktériumtörzs mutatta

mindkét említett pH értéken a legkiemelkedőbb értékeket. Fontos megjegyezni továbbá, hogy a T1/B1 és EG2/B2 törzsek 8-as pH értéken szintén intenzív növekedést mutattak (4. ábra).

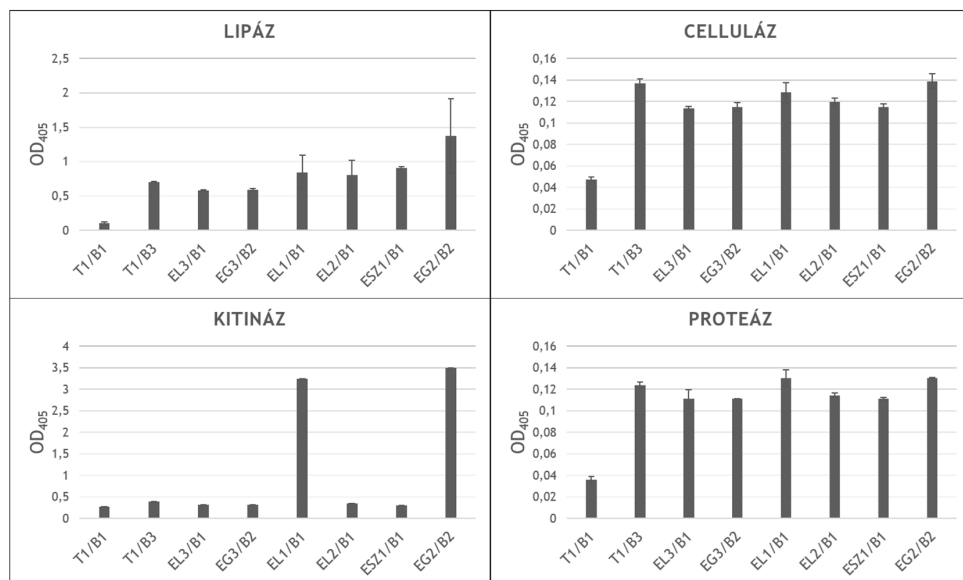
4. ábra: A vizsgált *B. licheniformis* törzsek pH optimuma.



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A négy vizsgált extracelluláris enzim aktivitásainak adatai az 5. ábrán láthatók összefoglalva. Elmondható, hogy a celluláz és a proteáz enzimek aktivitásai mind a 8 vizsgált *B. licheniformis* törzsben viszonylag egységesek voltak, kivéve a T1/B1 törzset, amely mindkét enzim esetében gyengébben teljesített. Megfigyelhető, hogy a lipáz enzim aktivitása az EG2/B2 törzsben volt a legkiemelkedőbb, a T1/B1 törzsben pedig a legalacsonyabb. A kitináz enzimet illetően elmondható, hogy az enzim aktivitása az EL1/B1 és EG2/B2 törzsekben volt a legmagasabb, a többi törzs esetében nem, vagy csak nagyon alacsony aktivitást tapasztaltunk.

5. ábra: A *B. licheniformis* törzsek által termelt extracelluláris enzimek aktivitásai.



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

4. Eredmények értékelése

Kísérletes kutatómunkánk során Magyarországon elsőként hoztunk létre hazai édesburgonya ültetvényekről származó mikrobiológiai törzsgyűjteményt. A több, mint 150 izolátumból álló gyűjteményből eddig közel 50 gomba- és baktériumtörzs fajszerű azonosítására került sor, továbbá elvégeztük 8 *B. licheniformis* törzs széleskörű ökofiziológiai vizsgálatait is.

Vizsgálataink során több olyan baktériumtörzset sikerült azonosítanunk és jellemeznünk, amelyek a későbbiekben alapját képezhetik az általunk létrehozni kívánt lombkezelő készítménynek. Ezek az eredmények jól megalapozzák a tervezett további, a mezőgazdaságot közvetlenül szolgáló kísérletek alapját is.

5. Jövőbeli terveink

Terveink között szerepel a közeljövőben a *B. licheniformis* törzsek vizsgálata *in vitro* konfrontációs tesztekben, különös tekintettel az édesburgonya kórokozóra.

A kutatás későbbi fázisában a legkiemelkedőbb tulajdonságokkal bíró törzsekkel széles spektrumban szeretnénk csírázási tesztek végezni, az esetleges negatív hatások kizárása céljából.

Célunk az általunk létrehozott édesburgonyáról származó mikrobiológiai törzsgyűjtemény folyamatos bővítése további minták feldolgozásával.

Távlati célkitűzésünk, az általunk izolált kiváló biokontroll képességekkel rendelkező gomba- és baktériumtörzsek felhasználásával egy magas depszipeptid

tartalmú, kitozán nanorészecskékkel stabilizált lombkezelő készítmény kifejlesztése, amelyet szeretnénk üvegházi és szántóföldi teszteknek is alávetni.

Köszönetnyilvánítás

A kézirat az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3-SZTE-383 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



Irodalomjegyzék

- Bacon, C.W., White, J.F., (2016): Functions, mechanisms and regulation of endophytic and epiphytic microbial communities of plants. *Symbiosis*, 68: 87–98.
- Cantoro, R., Palazzini, J.M., Yerkovich, N., Miralles, D.J., Chulze, S.N. (2020): *Bacillus velezensis* RC 218 as a biocontrol agent against *Fusarium graminearum*: effect on penetration, growth and TRI5 expression in wheat spikes. *BioControl*, 66: 259–270.
- Favaro, G., Bogiatti, S., Di Gangi, I.M., Nigris, S., Baldan, E., Squartini, A., Pastore, P., Baldan, B. (2016): Characterization of lipopeptides produced by *Bacillus licheniformis* using liquid chromatography with accurate tandem mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 30: 2237–52.
- Ghazanfar, M.U., Raza, M., Raza, W., Qamar, M.I. (2018): *Trichoderma* as potential biocontrol agent, its exploitation in agriculture: a review. *Plant Protection*, 2: 23–41.
- Muyzer, G., De Wall, E.C., Uitterlinden, A.G. (1993): Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Applied and Environmental Microbiology*, 59: 695–700.
- Ongena, M., Jacques, P. (2008): *Bacillus* lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol. *Trends in Microbiology*, 16: 115–125.
- Porras-Alfaro, A., Bayman, P. (2011): Hidden fungi, emergent proper-ties: Endophytes and microbiomes. *Annual Review of Phytopathology*, 49: 291–315.
- Raymaekers, K., Ponet, L., Holtappels, D., Berckmans, B., Cammue, B.P.A. (2020): Screening for novel biocontrol agents applicable in plant disease management—a review. *Biological Control*, 104240.
- Reva, O.N., Dixelius, C., Meijer, J., Priest, F.G. (2004): Taxonomic characterization and plant colonizing abilities of some bacteria related to *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus subtilis*. *FEMS Microbiology Ecology*, 48: 249–259.
- Sajben-Nagy E.I. (2011): Laskagomba-patógén *Pseudomonas* törzsek vizsgálata és az ellenük történő biológiai védekezés lehetőségeinek felmérése. PhD-értekezés, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék.
- Turbat, A., Rakk, D., Vigneshwari, A., Kocsubé, S., Thu, H., Szepesi, Á., Bakacsy, L., Škrbić B, D., Jigjiddorj, E.A., Vágvolgyi, C., Szekeres, A. (2020): Characterization of the plant growth-promoting activities of endophytic fungi isolated from *Sophora flavescens*. *Microorganisms*, 8 (5): 683.
- Vigneshwari, A.; Rakk, D.; Németh, A.; Kocsubé, S.; Kiss, N.; Csupor, D.; Papp, T.; Škrbić, B.; Vágvolgyi, C.; Szekeres, A. (2019): Host metabolite producing endophytic fungi isolated from *Hypericum perforatum*. *PLoS ONE*, 14, e0217060
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B., Taylor, J.W. (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA Genes for Phylogenics. *PCR Protocols, a Guide to Methods and Applications*, Academic Press. 315–322.

FENNTARTHATÓ GYŰJTEMÉNYES KERT AZ ALFÖLDÖN - AZ NJE KVK DENDROLÓGIAI GYŰJTEMÉNYÉNEK KORBECSLÉSE

Ecseri Károly – Kiss Tímea

MAINTAINABLE COLLECTION GARDEN IN THE GREAT PLAIN - AN AGE ESTIMATION OF THE DENDROLOGICAL COLLECTION OF NJE

Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Kertészeti Tanszék, Kecskemét

Absztrakt: Kutatásunkban a Kecskeméti agrárfelsőoktatási intézmény Belső Kertjének fáit mértük fel. A vizsgálattal célunk volt többek között az állomány fenntarthatóságának meghatározása, emellett az adatok tükrében következtetéseket igyekeztünk megfogalmazni az egyes taxonok hosszabb távú alföldi alkalmazási lehetőségeire vonatkozóan. A felmért 461 egyedből 171 alkalommal sikerült az adott példányt azonosítani a 40 évvel ezelőtti tervlapok valamelyikén. Az eredetileg telepített fák 51%-a 2020-ban is megtalálható a területen. A törzsátmérők alapján a növények 50%-a 30 éves, illetve ez alatti életkorú, míg a 41-49 éves tartományba 17 példány tartozik. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a törzsátmérő alapján végzett korbecslés több esetben is pontatlan, hiszen a fák törzsvastagodását erősen befolyásolják a biotikus és abiotikus környezeti tényezők. Ugyanakkor elődeink növényválasztását, és szakszerű fenntartó tevékenységét dicséri, hogy az 1970-es években telepített fák fele jelenleg is megfigyelhető és szolgálja a kertészmérnök hallgatók növényismeretének bővítését.

Abstract: We surveyed the trees of the Garden of the Faculty of Horticulture and Rural Development. With this study we determine the sustainability of the stock, and in the light of the data we tried to draw conclusions about the longer-term applications of individual taxa in the Great Plain. In 171 of the 461 plants surveyed, the specimen was identified on one of the landscape design sheets 40 years ago. 51% of the trees originally planted can be found in the area in 2020. According to the trunk diameters, 50% of the plants are aged 30 years or younger, while in the range of 41-49 years there are 17 specimens. Based on our results, it can be concluded that the age estimate based on the trunk diameter gives incorrect results in several cases, since the trunk growing of trees is strongly influenced by biotic and abiotic environmental factors. Although the plant selection and high quality maintenance of our ancestors are praised by the fact that half of the originally planted trees can still be found and provide education for horticultural engineering students.

Kulcsszavak: botanikus kert, zöld érték, életkor-törzsátmérő kapcsolat.

Keywords: botanical garden, green value, age-trunk diameter relationship.

1. Bevezetés

Mikor lehet szükség egy fa korának meghatározására? A válasz a kérdésre sokrétű, minket elsősorban ebben a munkában az épített környezetben (városi zöldfelületeken) található növények esete érdekel. Ezen esetben érdekes lehet az életkor becslése, ha egy idősebb parkkal (kastélyparkkal) vagy fasorral van dolgunk. Emellett egy kivágásra ítélt fánál szintén fontos lehet a növény életkora. Ebből kiindulva (mivel a fák esetében a kor előrehaladtával a hasznosságuk csak növekszik) az egyes területek zöldvagyonának meghatározásához is elengedhetetlen

alap információ a fák kora, amelyen több értékbecslési módszer is alapul (Jószainé, 2007).

A pontos kormeghatározás sok esetben lehetetlen. Emiatt az életkorra alapozó értékbecslések is 10 éves beosztású skálát alkalmaznak a hibák kiküszöbölése miatt (Szaller, 2012).

- A fák életkorát többféleképpen is meghatározhatjuk:
- Általános bevett módszer az évgyűrűk azonosítása és számolása – a kivágott törzs-szeletet először tisztítják, majd a lignin megfestésével láthatóvá teszik a tavaszi és az őszi pászta közötti különbséget. Ezt követően képfeldolgozó program segítségével, sztereomikroszkóp alatt történik a számolás (Silva et al., 2017). Bár ennek a módszernek is vannak hibái, amelyekre Duncan, 1989 is rámutat: előfordulhat ugyanis, hogy a növekedési mag áthalad a fa kronológiai középpontján, illetve bizonyos esetekben egyes évgyűrűk hiányozhatnak is. Ezen okokból akár 1-2 évtizedes eltérések is adódhatnak a valós életkorhoz képest. Ezek a hibák bizonyos korrekciós egyenletekkel javíthatók (Fraver et al., 2011). Az élő fa esetében a kormeghatározáshoz furatmintát vesznek (Kern, 2014). Az utolsó 10-20 év pásztainak szélessége nemcsak az életkor meghatározásában, hanem a vitalitás megállapításában is hasznosítható (Schmidt-Varga, 2004).
- Azoknál a fajoknál, amelyek nem rendelkeznek folytonos évgyűrűkkel (például a majomkenyérfa, *Adansonia digitata*, vagy a trópusi erdei fajok esetében) a karbon kormeghatározás az egyetlen pontos módszer (Patrut et al., 2011, Baker 2003).
- Törzsátmérő segítségével, bár ezt az élőhelyi és egyéb biotikus és abiotikus körülmények jelentősen befolyásolják (Radó, 1999). Egy fiatal fa valószínűleg kicsi, viszont egy kisméretű növény bármilyen életkorú lehet (Harper, 1977). Ugyanakkor az életkor és a mellmagasságban mért átmérő között már felállításra került egy nemlineáris modell a tölgyek esetében, Pinheiro-Bates (2000) elmélete alapján (Rohner, 2010). Illetve egy egyszerű képlet is alkalmazható: $A = DBH/M.A.I$, ahol A = a fa korával, DBH = a mellmagasságban mért törzsátmérővel, valamint $M.A.I$ = átlagos éves növekménnyel, melyet 1,13 cm-nek tekintenek (Mat et al., 2014)
- Kvázi nem romboló eljárás az elektromos ellenállást mérő fúróval történő furat vizsgálata, mely egészen pontos kormeghatározást tesz lehetővé, ha a furat átmérője több mint 2 mm szélességű (Szewczyk et al., 2018).
- Természetesen a radiokarbon-kormeghatározás is alkalmazható, például az idős olajfák esetében (Ehrlich et al., 2017).
- Régi növénylisták, illetve történeti adatok és telepítési térképek segítségével.
- A harmadlagos kéreg barázdáltságának változásaiból.
- Fiatal fák esetében az éves növekmények visszakövetésével (lombos fáknál, körülbelül 20 éves korukig visszakövethető a hajtások növekedési üteme).
- Örvös elágazású fenyőfélék esetében az örvök száma alapján (1 év alatt egy örv fejlődik ki) Megjegyzés: a pikkelylevelű örökzöldeknél (*Cupressaceae*

család) ez a módszer nem alkalmazható, ugyanis ezen taxonoknak évente 1-2 növekedési ciklus van.

2. Anyag és módszer

A kecskeméti kertészképzés immáron több mint 120 éves múltra tekint vissza. Az 1890-ben létesített Vincellérképezde, illetve az 1895-ben elindult Földműves Iskola voltak az első intézmények a városban ezen a területen. A következő nagy lépcsőfok az 1950-es évben volt, amikor a Mezőgazdasági és Kertészeti Technikum kettévált, és ez utóbbi a Ceglédi út 2 szám alá költözött. A Mészöly Gyula téri ingatlan – ahol méréseinket is folytattuk – alapkövetétele 1969-ben történt meg, a főiskolai szintű oktatás pedig 1971-ben vette kezdetét (egyúttal a Kertészeti Technikum megszűnt) (Kriskó, 2019). Az épületet 1972 óta használják a hallgatók (Szabó, 2017).

Ezen történelmi tényekre támaszkodtunk a növények életkorának meghatározása során. Emellett a terület telepítési tervei (térképek illetve taxonlisták) is rendelkezésünkre állnak, melyek mindegyikén 1979 novembere szerepel dátumként (1. ábra). Ezen forrásokból feltételeztük, hogy a térképlapokon szereplő és egyértelműen beazonosítható taxonok életkora 40-50 év közé tehető (ezen munkánkban csak ezeket az egyedeket vizsgáljuk, hiszen ezeknél állapítható meg a növények életkora a vizsgált kétféle módszerrel).

$$D=C/\pi \quad (I)$$

ahol:

D = törzsátmérő (cm), C = törzskörméret (cm), $\pi = 3.1416$

1. táblázat: Fák életkora (év) a törzsátmérő függvényében (részlet)

Átmérő, cm: Fafaj	5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80
<i>Acer campestre</i>	4	8	15	25	40	45	50	57	65
<i>Koelreuteria paniculata</i>	4	10	20	28	38	50	62	70	77
<i>Picea pungens</i>	3	6	12	26	42	50	60	68	72

Forrás: Radó, 1999 (A táblázatban szereplő minden adat legalább 5 mérés átlaga)

A campus területe 26 600 m², melyből 11 900 m²-t képvisel a zöldfelület. Az állomány felmérésére 2020 nyarán került sor. Az adatfelvételezés során a fák esetében többek között a törzskörméret adatokat is rögzítettük 1 méteres magasságban. Ebből törzsátmérőt számoltunk (I), melynek segítségével elvégeztük az eredeti állományból megmaradt egyedek korbecslését. Ehhez a Radó Dezső által publikált Európai Unió fásorértékelési módszer végén közölt táblázatot (1. táblázat) alkalmaztuk (Radó, 1999; Józsiné, 2007). Ha a vizsgált faj a táblázatban nem szerepelt, akkor az adott nemzetség egy másik taxonját választottuk az életkorbecsléshez. A növények törzsének keresztmetszetét minden esetben

szabályos körnek tekintettük. Más – dendrokronológiai – kormeghatározás elvégzésére nem volt lehetőség.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. Növényállomány elemzése

A felmért 461 db fa (illetve törzzsel rendelkező bokorfa) közül 171 példány esetében lehetett az adott növényt egyértelműen beazonosítani az eredeti tervdokumentációban. Ezek elemzését végeztük el jelen munkánkban.

A vizsgált állomány 71 taxonból tevődik össze. Ebből 10 a fajták száma, illetve 3 a faj alatti rendszertani egységek, valamint 4 db a hibridek száma. A 171 példányból 28 db a tű és pikkelylevelű örökzöldek száma (16,37%). Ezen 71 taxonból az eredeti növénylisták alapján összesen 217 példányt ültettek a 70-es években. Ennek megfelelően az eredeti mennyiség 78,8%-a megmaradt az elmúlt 40-50 év során. Ha pedig az összes telepített dendrotaxont vizsgáljuk (707 db), akkor megállapítható, hogy ennek 24,19%-a megmaradt több mint 4 évtizeden keresztül. Ha csak a fákat vizsgáljuk, akkor az arány 51,04% (eredetileg 335 db fát ültettek a területre).

A 71 taxon közül 49 esetében tapasztaltuk azt, hogy az elültetett mennyiség 100%-a megmaradt a vizsgálat időpontjáig. 50%, vagy ez alatti értéket a következő fajoknál illetve fajtáknál mértünk: *Populus alba* (14%), *Abies nordmanniana* (20%), *Betula pendula*; *Chamaecyparis lawsoniana*; *Malus* × *purpurea* (33%), *Pinus nigra*; *Thuja occidentalis* 'Fastigiata' (40%).

2. táblázat: A legnagyobb darabszámmal rendelkező taxonok

Taxon neve	DB (2020-ban)	DB (1979-ben)
<i>Cotinus coggygria</i>	6	8
<i>Crataegus laevigata</i> 'Paul's Scarlet'	4	8
<i>Koelreuteria paniculata</i>	17	18
<i>Quercus robur</i>	10	10
<i>Taxus baccata</i>	4	4
<i>Tilia plathypyllos</i>	20	23

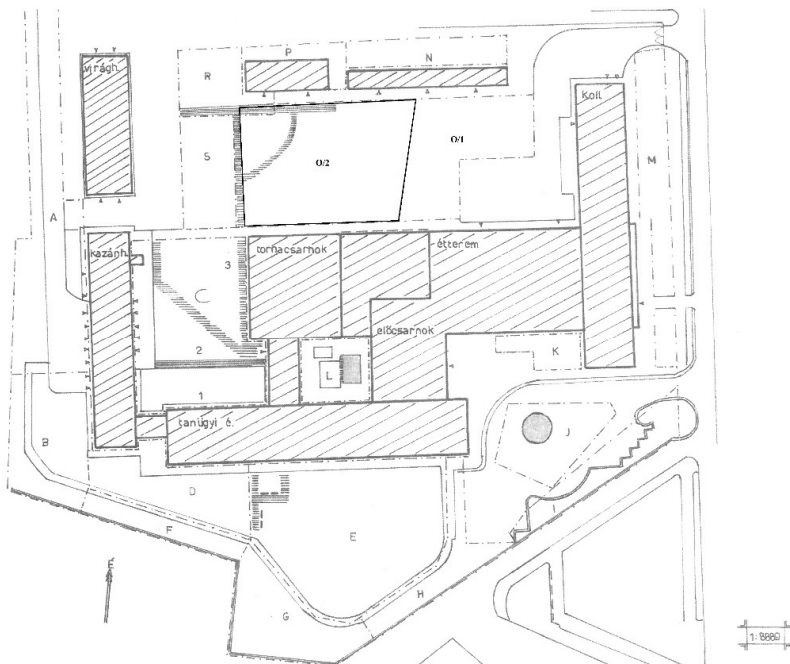
Forrás: Saját szerkesztés.

A nemzetségek közül legnagyobb arányban a *Tilia* képviselteti magát 20 példánnyal (*T. platyphyllos*). Emellett jelentős számban találtunk *Koelreuteria paniculata* (17 db), illetve *Quercus* (elsősorban *Q. robur* – 10 db) egyedeket is (2. táblázat).

A terület egyes részeit vizsgálva látható, hogy a legtöbb fa az O/2-es jelű részen található meg (1. ábra, vastag vonallal keretezett rész). Itt az eredetileg telepített 60

egyedből 24 db megmaradt a vizsgálat idejére. Jelentős még a C, E, G illetve R területeken található példányok száma (15 db vagy a fölötti).

1. ábra: A vizsgált terület átnézeti térképe



Forrás: Saját szerkesztés.

Vízigényüket tekintve a vizsgált fajok és fajták többsége (32 taxon) mezofitonnak tekinthető (Schmidt-Sipos, 1980). 23 db azon fák száma, amelyek mérsékelt, vagy erősen száraz környezetet is elviselnek, illetve 14 taxon tartozik a nedvesebb élőhelyet kedvelők közé. A *Cornus sanguinea* illetve a *Populus alba* pedig univerzális fajnak tekinthető a talajnedvesség szempontjából. A szakirodalom alapján a 71 taxon közül 24 kifejezetten javasolt, illetve alkalmazható a homoktalajra (Schmidt, 2003).

Várostűrő képesség tekintetében a 71 taxon közül 22 tekinthető érzékenynek. 30 fajt illetve fajtát közepes tűrőképességűnek, míg 19-et városi környezetbe ajánlott fának tüntet fel a szakirodalom (Tóth, 2012; Schmidt, 2014).

3.2. Életkorok vizsgálata

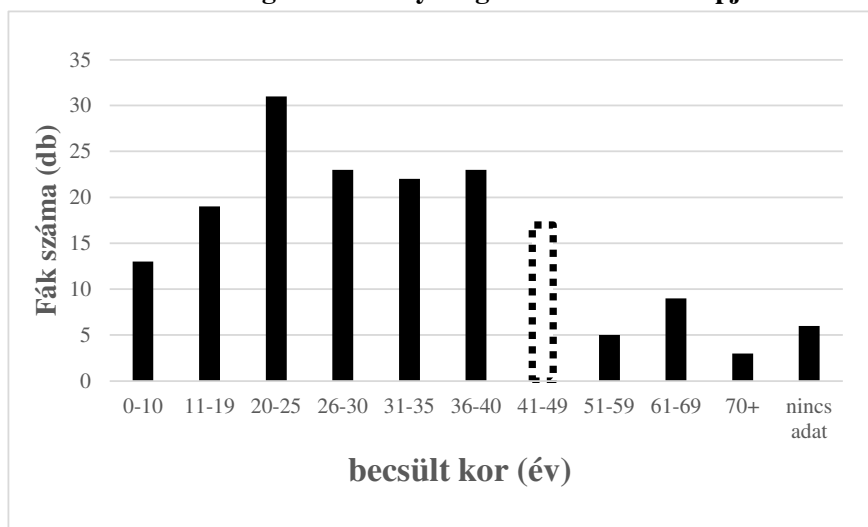
A törzsátmérő alapján elvégzett korbecslés szerint a 171 példány életkora 3 és 84 év között van. A 10 év alatti életkorok szinte minden esetben a *Cornus sanguinea* fajnál voltak megfigyelhetők, amely gyökérsarjakkal terjedő cserje (Tóth, 2012) és az eredeti telepítési terven is foltként került feltüntetésre. Ebbe a kategóriába összesen 13 egyed került (2. ábra).

A 11-19 év közötti életkorúnak becsült növények többek között a *Crataegus*, *Malus*, *Sorbus*, *Prunus*, valamint a *Picea*, *Pseudotsuga* és *Thuja* nemzetségek taxonjai (összesen 19 példány). Ezen esetekben előfordulhat az is, hogy az eredeti növény az 1980-as 1990-es években elpusztult, majd a helyére újat telepítettek.

A 20 és 25 éves korúnak becsült állomány egyedeinek száma 31 (2. ábra). Ebben a kategóriában már megjelennek az *Acer*, a *Fraxinus*, a *Koelreuteria* illetve a *Tilia* gének fajtái és fajái is. Az *Acer* nemzetség átlagos életkora 25 év, míg a kőrsek 34; a hársak pedig 35,34 évesek átlagosan.

A 26 és 30 éves növénycsoportba 23 fa tartozik. Ezeknél a példányoknál a becsült életkor már közelít a telepítési adatok alapján rendelkezésre álló, feltételezett valódi (40-50 éves) korhoz. Ugyanakkor ebbe az első négy kategóriába tartozik az összes megmaradt fa 50,29%-a (86 egyed).

2. ábra: Vizsgált állomány megoszlása életkor alapján



Forrás: Saját szerkesztés.

31-35 évesnek becsült fák döntő többsége a *Koelreuteria paniculata* és a *Tilia platyphyllos* fajok közül kerül ki. Ez a csoport 22 egyedet tartalmaz. 36 és 40 év közötti életkorúnak pedig 23 példányt határoztunk meg a törzsmérő adatok alapján. Itt is elsősorban a *Tilia platyphyllos* faj képviselteti magát.

A 41 és 49 év közötti kategóriába 17 fa tartozik, még az 51-59 évesek közé már csak 5 egyed (2. ábra). A 61-69 év közötti példányok (9 db) jelentős részben már a klimax *Quercus* nemzetségből származnak. A tölgy egyedek átlagos életkora 48,71 év. Ennél is idősebbnek 3 fát becsült a Radó-féle táblázat: egy *Populus alba* (70 éves), mely feltehetően már a területen volt az 1970-es évek előtt is (Lévai, 2021), egy *Ulmus minor* (80 éves), amely szintén a gyors növekedésű fák közé sorolható (Galántai-Tóth, 2001) és egy *Celtis australis* (84 éves). Hat növény esetében (4 db

Taxus baccata, *Metasequoia glyptostroboides*, *Taxodium distichum*) nem találtunk életkor adatot a táblázatban.

A törzsátmérő segítségével végzett korbecslés a nagyobb példányszámmal rendelkező fajok esetében statisztikailag is vizsgálható. A 20 egyedből álló *Tilia platyphyllos* állomány adatsora normális eloszlású (Kolmogorov-Smirnov teszt $SL > \alpha$), átlaga 35,85 év, jelentősebb, kiugró adatokat nem tartalmaz. A *Koelreuteria paniculata* 17 növénye esetében a normalitás vizsgálatot nem tudtuk elfogadni ($SL < \alpha$), ugyanis a minta csúcsossága és ferdesége is jelentős volt. Az átlagos életkor egyébként ennél a fajnál 31,59 év a törzsátmérő adatok alapján.

4. Következtetések

Az adatok elemzéséhez hozzátartozik, hogy azok a területek a legnagyobb méretűek, ahol a legtöbb példány megmaradt az eredeti listákhoz viszonyítva. Például ilyen a legtöbb taxont tartalmazó O/2-es terület, amely 1655 m² (ez teljes zöldfelületnek a 14%-a). Ennélfogva itt alakulhatott ki leginkább az állományklíma, mely olyan pionír jellegű fajoknak is életben maradási lehetőséget biztosított, mint a *Betula pendula* vagy a *Salix fragilis*. A jelentősebb mértékű egyedpusztulás is az elsőként megjelenő; rövid élettartamú taxonok között figyelhető meg (*Betula pendula* - a 3 növényből 1 maradt, *Populus alba* – a 22 növényből 3 maradt), valamint azon (az elsősorban örökzöld) fajoknál, melyek az extrém környezeti paraméterekre érzékenyek (*Abies nordmanniana*, *Chamaecyparis lawsoniana*). Ugyanakkor a mikroklima jótékony hatásának köszönhetően megmaradhatott nagyobb egyedszámban olyan igényesebb faj is, mint a *Tilia platyphyllos*.

Az életkorok adatainál látható, hogy a megmaradt állomány közel fele gyengébb fejlődésű volt, hiszen az életkoruk törzsátmérő szerinti becslése több mint 10 évvel elmarad a valódi életkoruktól (az állomány átlagos életkora 31 év, míg a telepítési adatok alapján, az eredeti tervlapokon szereplő növényeknek legalább 40 évesnek kell lenniük). Ez köszönhető részben a kedvezőtlen környezeti feltételeknek (építési törmelékkel szennyezett talaj), illetve az állomány növekedésével a nagy növényesűrűségből adódó gyökérkonkurenciának (például a *Koelreuteria paniculata* esetében). Az átlagos fasűrűség ugyanis a területen 25,8 m²/db. Törzsvastagodás tekintetében a hosszú élettartamú, még mindig dinamikusan fejlődő *Quercus*-ok, illetve az erős növekedésű, fiatalon árnyéktűrő *Ulmus minor* bizonyult kiemelkedőnek. A *Celtis australis* pedig szoliter állásának, illetve az épületekkel körbezárt (ezáltal fagyoktól jobban védett) helyének köszönhetően mutatkozott idősebbnek valódi koránál.

Irodalomjegyzék

- Baker, P. J. (2003): Tree age estimation for the tropics: a test from the southern appalachians. *Ecological Applications*, 13(6): 1718-1732.
- Duncan, R. P. (1989): An evaluation of errors in tree estimates based on increment cores in kahikatea (*Dacrycarpus dacrydioides*). *New Zealand Natural Sciences*, 16: 31-37.
- Ehrlich, Y., Regev, L., Kerem, Z., Boaretto, E. (2017): Radiocarbon Dating on an Olive Tree Cross-Section: New Insights on Growth Patterns and Implications for Age Estimation of Olive Trees. *Frontiers in Plant Science*, 8:1918. doi: 10.3389/fpls.2017.01918

- Fraver, S., Bradford, J. B., Palik, B. J. (2011): Improving Tree Age Estimates Derived from Increment Cores: A Case Study of Red Pine. *Forest Science*, 57(2): 164-170.
- Galántai M., Tóth I. (2001): *Dísznövény zsebkönyv. Hová, mit ültessünk?* Mezőgazda Kiadó, Budapest. 199-202.
- Harper, J. L. (1977): *Population biology of plants*. Academic Press, London, UK.
- Jószainé P. I. (2007): *Zöldfelület-gazdálkodás, parkfenntartás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 317-318, 342-345.
- Kern Z. (2014): Kormeghatározás és éghajlatrekonstrukció faévgűrűk segítségével. *Erdészeti Lapok*, CXLIX. évf. 10. szám. 328-331.
- Kriskó J. (2019): A kecskeméti kertészeti képzés rövid története. In: Rigó R. (szerk.): *Egyetemépítés Kecskeméten. A kecskeméti Neumann János Egyetem és jogelőd intézményeinek története*. Kecskeméti Televízió Nonprofit Kft., Kecskemét.
- Lévai P. (2021): szóbeli közlés
- Mat, M. S. C., Nor, M. A. M., Diah, J. Md, Din, M. A. M., Hashim, K. A., Samad, A. M. (2014): Tree Age Estimation by Tree Diameter Measurement using Digital Close Range Photogrammetry (DCRP). *IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering*, 28 - 30 November 2014, Penang, Malaysia. 421-426.
- Pinheiro, J. C., Bates, D. M. (2000): *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. Springer, New York.
- Patrut, A., Reden, K. F., Van Pelt, R., Mayne, D. H., Lowy, D. A., Margineanu, D. (2011): Age determination of large live trees with inner cavities: radiocarbon dating of Platland tree, a giant African baobab. *Annals of Forest Science*, 68: 993-1003.
- Radó D. (1999): Bel- és külterületi fasorok EU-módszer szerinti értékelése. *A Lélegzet 1999/7-8. számának melléklete*. https://www.levego.hu/site/assets/files/2031/fasorok-eu-ertekelese_0.pdf
- Rohner, B. (2010): *Growth and mortality of oak (Quercus spp.): a combined analysis of monitoring and tree-ring data from Swiss forest reserves*. Doctoral dissertation. Zürich. 73-94.
- Schmidt G. – Sipos E. (1980): Díszfák, díszcserjék táblázatos áttekintése a felhasználás szempontjából legfontosabb mutatóik alapján. In: Nagy B. (szerk.): *Díszfák, díszcserjék termesztése és felhasználása. Kertészeti dendrológia*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 334-365.
- Schmidt G. (szerk.) (2003): *Növények a kertépítészetben*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Schmidt G. (2014): *Kösterületi Sorfák Jegyzéke*. Magyar Díszkertészek Szövetsége, Budapest.
- Schmidt G., Varga G. (szerk.) (2004): *Famutató. Fásítási útmutató tervezéshez, kivitelezéshez és fenntartáshoz*. Hillebrand Nyomda Kft., Sopron. 198.
- Silva, L. B., Teixeira, A., Alves, M., Elias, R. B., Silva L. (2017): Tree age determination in the widespread woody plant invader *Pittosporum undulatum*. *Forest Ecology and Management*, Vol. 400: 457-467.
- Szabó B. (2017): A kertészeti képzés gyökerei Kecskeméten. *Gradus*, 4. évfolyam, 2. szám. 250-268. http://real.mtak.hu/109772/1/2017_AGR_023_Szabo.pdf
- Szaller V. (szerk.) (2012): *Útmutató a fák nyilvántartásához és egyedi értékük kiszámításához*. Magyar Faápolók Egyesületének kiadványa.
- Szewczyk, G., Wąsik, A., Leszczyński, K., Podlaski, R. (2018): Age estimation of different tree species using a special kind of an electrically recording resistance drill. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34: 249-253.
- Tóth I. (2012): *Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve*. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Dunaharaszti.

AGRÁRGAZDASÁGI SZÖVETKEZETEK VIDÉKFEJLESZTÉST SZOLGÁLÓ TEVÉKENYSÉGE

Ferencz Árpád¹ – Vojnich Viktor² – Csiba Anita³

THE RURAL DEVELOPMENT ACTIVITIES OF AGRICULTURAL COOPERATIVES

^{1,3}Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet,
Hódmezővásárhely

²Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet,
Hódmezővásárhely

Absztrakt: Munkánkban az agrárgazdasági szövetkezetek vidéki jelenlétéből adódó fejlesztési lehetőségeit vizsgáljuk. Hipotézisünk szerint a 30 évvel a rendszerváltás után is rejlik számos lehetőség e társaságok fókuszált fejlesztésében. A rendszerváltás óta nem sikerült megoldást találni az egyre inkább elszigetelődő, lemaradó vidéki települések problémáinak megoldására. Kutatásunk elsődleges célja megvizsgálni, hogyan és milyen eszközök igénybevételével lehetne ezeket a szövetkezeteket a vidéki térség fejlődésének egyik motorjává tenni, mint ahogy azok a rendszerváltást megelőzően hosszú évtizedeken keresztül voltak Magyarországon. Kutatásunkban vizsgáltuk a szövetkezetek jelenlegi lehetőségeit és a vidékfejlesztést szolgáló tevékenységeit.

Abstract: In our work we look at the development possibilities of Hungarian agricultural cooperatives known as agricultural cooperatives from the countryside. According to our hypothesis, even 30 years after the regime change there are still many possibilities left in the focused development of these ventures. Since the change of regime, no solution has been found to solve the problems of the increasingly isolated, lagging rural settlements. The primary purpose of our research is to examine how and by which means these co-operatives could become the engines of development in rural areas as they had been in Hungary for decades before the regime change. In our research, we examined the current possibilities of cooperatives and their activities that could be utilized for rural development.

Kulcsszavak: mezőgazdasági szövetkezetek, vidékfejlesztés, szövetkezeti szerepvállalás

Keywords: agricultural cooperatives rural development co-operative engagement

1. Bevezetés

A szövetkezés Magyarországon mintegy 140 éves múltra tekint vissza. Az első szövetkezéssel foglalkozó jogszabály 1875-ben jelent meg (1875. évi XXXVII. törvénycikk kereskedelmi törvény). A mai értelemben vett termelőszövetkezetek kialakulása a mezőgazdaság szocialista átszervezése során 1949-től kezdődött és 1961-ig tartott (1992. évi I. törvény a szövetkezetekről). A termelőszövetkezetek számára a szervezeti- és gazdasági megerősödést az 1957 és 1958-as évek hozták, amely a szövetkezeti tagság összefogásának, valamint az állami segítségnek volt köszönhető (Romány, 1987). 1959-ben volt a legjelentősebb a parasztság termelőszövetkezetbe történő szerveződése (Dobosné, 2012). Ennek következtében 1961-ben az ország szántóterületének 58%-a tartozott 4204 termelőszövetkezethez (Németi, 1986). Az 1967. évi III. törvény a mezőgazdasági termelőszövetkezetek működését egységes keretbe foglalta (1967. évi III. törvény a mezőgazdasági termelőszövetkezetekről). Kimondta, hogy a termelőszövetkezet „a tagok önkéntes

személyi- és vagyoni társulása útján létrehozott szocialista mezőgazdasági nagyüzem”, amelynek célja, hogy „a tudomány és a technika vívmányainak alkalmazásával növelje a termelést, emelje a termelékenységet és a gazdálkodás jövedelmezőségét, közreműködjék a társadalom szükségleteinek kielégítésében (Hegyi, 1985). A rendszerváltást követően a szövetkezetek nagyon rövid idő alatt elvesztették kulcsszerepüket (1992. évi I. törvény a szövetkezetekről).

A sok évtizedes kemény munka eredménye szinte azonnal elveszett, és az előző rendszer minden hibájáért a szövetkezeteket tették felelőssé (AKI, 2017). Nagyon gyorsan megindult a szövetkezetek privatizálása, szisztematikus szétverése, és elenyésző volt azon települések száma, ahol a szövetkezet megmaradása mellett döntöttek. A megmaradtak azonban jelentősen vesztek mind méretükből, mind gazdasági súlyukból, mind piaci pozíciójukból (Hajós-Dolmány, 2001). A továbbra is szövetkezeti formában működő szervezetek az elmúlt évtizedek alatt számtalanszor kényszerültek alkalmazkodni a folyamatosan változó jogszabályi körülményekhez. 2006-ban az 1992. évi I. törvény helyébe egy új szövetkezeti törvény lépett, meghatározásra került a szövetkezet fogalma: „a nyitott tagság és a változó tőke elvei szerint működő, jogi személyiséggel rendelkező szervezet, amelynek célja a tagjai gazdasági, valamint más társadalmi (kulturális, oktatási, szociális, egészségügyi) szükségletei kielégítésnek elősegítése” (2006. évi X. törvény a szövetkezetekről. 2013-ban volt az utolsó komolyabb szövetkezeteket érintő jogszabályi változás, háttérben a 2013-as évben az új polgári törvénnyel. A jogalkotók a szövetkezetekre vonatkozó előírásokat a polgári törvénykönyv gazdasági társaságokról szóló részébe emelték. A mezőgazdasággal foglalkozó szövetkezetek a 2013. évi CCLII törvényben már „agrárgazdasági szövetkezet” néven szerepelnek (2013. évi CCLII. törvény egyes törvényeknek az új Polgári Törvénykönyv hatálybalépésével összefüggő módosításáról). Az újonnan bevezetett fogalom szerint „az agrárgazdasági szövetkezetek mező- vagy erdőgazdasági, valamint élelmiszeripari ágazatban fő- és kiegészítő tevékenységet folytató szövetkezet, amely fő tevékenységként tagjai számára szolgáltatásokat nyújt, a termeléshez szükséges anyagok és eszközök közös beszerzését, a termés közös értékesítését szervezi, a termés tárolását, feldolgozását végzi, a termeléshez, illetve a feldolgozáshoz kapcsolódó gépi szolgáltatásokat nyújt, termelő jelleggel tagjai vagy mások mező- vagy erdőgazdasági földjét hasznosítva agrárgazdasági termelést folytat.” (2017. évi I. törvény · 2017. évi XC. törvény, 2017. évi CLIII. törvény). Napjainkban az agrárgazdasági szövetkezetek elsősorban profitorientált tevékenységet folytatnak, azonban igen jelentős társadalmi szerepvállalást tanúsítanak (Benedek, 2015) és növekszik a hitelfelvételük aktivitása is (Sóvágó et al., 2014).

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgált szövetkezetek

Vizsgálatainkat a Homokhátságon működő agrárgazdasági szövetkezetekben végeztük. Ennek oka, hogy ezen a vidéken ez egyik legnehezebb a gazdálkodók

helyzete, a kis méret (Szövetkezés, 2011), valamint a kedvezőtlen adottságok (rossz talajok, kedvezőtlen időjárási feltételek, elaprózódott földbirtokok, fejletlen öntözési rendszer) miatt a gazdaságuk rendkívül veszélyeztetett (KSH, 2017). A gazdálkodáshoz több segítségre lehet szükségük, vélhetően a térségükben működő szövetkezettel is szorosabb gazdasági vagy üzleti kapcsolatban állnak. Nyolc szövetkezetet látogattunk meg, melyek mindegyike különböző településen működik. A reprezentativitást erősítette, hogy különböző tevékenységű, gazdasági szerkezetű, méretű (mind területben, tagságban, alkalmazotti létszámban) és elhelyezkedésű szövetkezeteket kerestünk fel.

2.2. Vizsgálati módszerek

A szövetkezet első számú vezetőjével mélyinterjút készítettünk. A kiválasztásnál további szempont volt, hogy olyan szövetkezetekről készüljenek az interjúk, amelyek már a rendszerváltás előtt is működtek. A mélyinterjú kérdései három csoportba sorolhatók. Az első csoportba számszerű adatokat kérdeztünk rá, a szövetkezet alapításának évére, a szövetkezet működésének kezdete óta elért legmagasabb taglétszáma, a szövetkezet működésének kezdete óta elért legmagasabb alkalmazotti létszáma, a szövetkezet által művelt legnagyobb területre, a szövetkezet által realizált legmagasabb értékesítési árbevételre. A második csoport kérdéseivel vizsgáltuk a szövetkezetek tevékenységeinek változását, piaci helyzetét a múltban és a jelenben, szociális és társadalmi tevékenységeit, valamint a szövetkezeti formához kapcsolódó viszonyok változását. A harmadik kérdéskörben a jövőre vonatkozóan tettünk fel kérdéseket, hogy megtudjuk, milyen tervei vannak a szövetkezet vezetésének, milyen célokat kíván elérni a jövőben. Képet akartunk kapni arról is, hogy a rövidtávú terveken túl milyen további elképzelései vannak a vizsgált agrárgazdasági szövetkezeteknek.

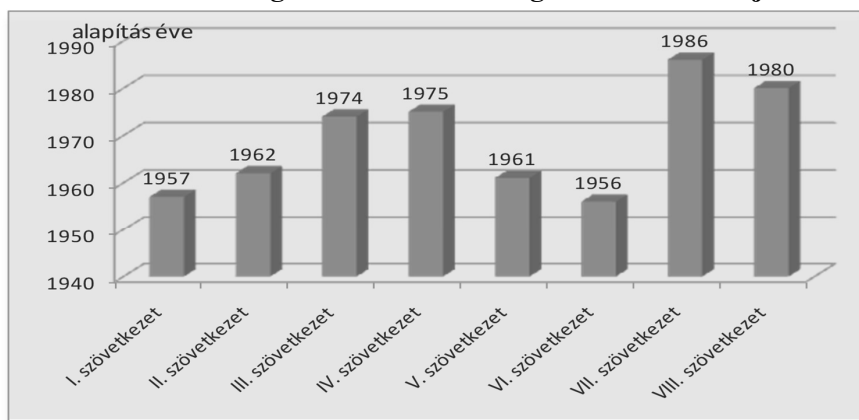
3. Eredmények és értékelésük

3.1. A felmért gazdasági szövetkezetek létrejötte

A vizsgált szövetkezeteket 1956 és 1986 között alapították, ami 30 év különbséget jelent a „legfiatalabb” és „legidősebb” szervezet között. A legrégebben alapított szövetkezet több mint 63 éve működik, de a legkésőbbi alapítású is negyed évszázada végzi tevékenységét. Az *1. ábra* alapján elmondható, hogy a szövetkezetek átlagosan négy évtizedes gazdálkodási múlttal rendelkeznek, ezzel a térség életében is jelentős szerepet játszanak.

Generációk kerülhettek kapcsolatba ezekkel a szervezetekkel, rálátást biztosítva ezzel a helyi gazdálkodók életére, amely a vidékfejlesztéshez szükséges alapvető kapcsolatrendszer kialakításához és fenntartásához.

1. ábra: A vizsgált szövetkezetek megalakulásának ideje



Forrás: A szerzők saját szerkesztése

3.2. A felmért agrárgazdasági szövetkezetek taglétszáma

Az 1. táblázat adatai alapján látható, hogy a felmért nyolc szövetkezet jelenleg 961 fő tagsággal rendelkezik, amely tized annyi, mint az 1980-as években. Az átlagos taglétszám a rendszerváltás előtti tagságnak 8,7%-a, ami 91,3%-os csökkenésnek felel meg. A taglétszám ilyen jellegű alakulása alapvetően befolyásolja a szövetkezet adott településen betöltött szerepét. A szövetkezetek általában a tagoktól bérlik a gazdálkodáshoz szükséges fölterületet, ezzel is jövedelmet biztosítanak számukra. A szövetkezet a vagyoni hozzájárulása után fizetett osztalék is hozzájárul a tagok megélhetéséhez. A helyben felhasznált források pedig biztosítják a település fejlődését.

1. táblázat: A taglétszám változásának aránya a vizsgált szövetkezeteknél (%)

Ssz.	Taglétszám 1980-ban (fő)	Jelenlegi taglétszám (fő)	Előző adat %- ban	Változás mértéke (%)
I.	1 600	8	0,5	-99,5
II.	1 200	93	7,8	-92,3
III.	589	57	9,7	-90,3
IV.	600	38	6,3	-93,7
V.	3 500	560	16,0	-84,0
VI.	500	7	1,4	-98,6
VII.	2 300	146	6,3	-93,7
VIII.	820	52	6,3	-93,7
Össz.	11 109	961	8,7	-91,3

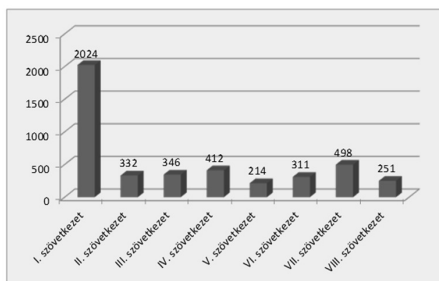
Forrás: A szerzők saját szerkesztése

3.3. A foglalkoztatás alakulása

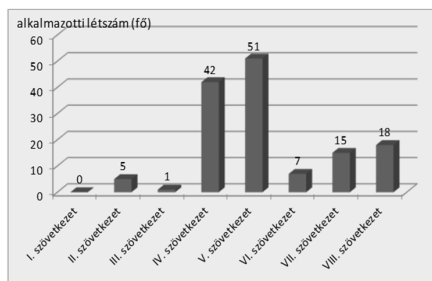
A legtöbb esetben az adott vidéki településen a vizsgált szövetkezetek a legnagyobb foglalkoztatók, az alapvető (bolt, gyógyszertár, posta, önkormányzat)

vállalkozásokon kívül csak a mezőgazdaság ad helyben folyamatos jövedelmet az ott élőknek. A foglalkoztatottságot két időszakban vizsgáltuk, a rendszerváltás előtti és a jelenlegi adatokkal. A 2-3. ábrák az eltelt évtizedekben bekövetkezett változásokról adnak képet. A foglalkoztatottság a töredékére esett vissza a rendszerváltás előtti állapothoz képest, jelenleg mintegy 2,6%-a a legmagasabb alkalmazotti létszámnak. Nem véletlen tehát, hogy a munkanélküliség a vidéki településeken olyan nagy problémát jelent. Van olyan szövetkezet, amely jelenleg nem is alkalmaz munkavállalót. A szükséges munkákat a tagok végzik minimális tiszteletdíjért cserébe. Egyes ágazatokban pedig a munkaerőhiánnyal küzdenek, főleg ez a kertészeti- és az állattenyésztő ágazatoknál jellemző. A fiatal generáció eltávolodott a földműveléstől.

2. ábra: A szövetkezetek létszáma rendszerváltás előtt (fő)



3. ábra: A szövetkezetek jelenlegi létszáma (fő)



Forrás: A szerzők saját szerkesztése

Az újonnan megjelenő szolgáltató ágazatok jelentős munkaerőt szívtak el a mezőgazdaságtól, ahol nagyobb jövedelmeket lehet elérni. A külföldi munkavállalás erőteljesebbé vált, a mezőgazdaság nem tud versenyezni a nyugati országokban jellemző bérekkel. Problémát okoz az is, hogy a jelenlegi szociális támogatási rendszer sem ösztönzi a munkanélkülieket a tartós munkaviszony létesítésére.

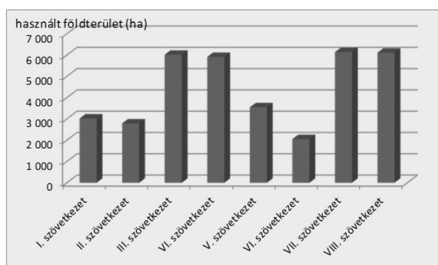
3.4. A szövetkezetek által használt földterület nagysága

A vizsgált szövetkezetek korábban átlagosan 4450 ha területet használtak (lásd: 3. ábra). A szövetkezetek által használt mezőgazdasági terület nagymértékben lecsökkent (lásd: 4. ábra), jelenleg összesen 3208 hektár területet használnak a felmért agrárgazdasági szövetkezetek.

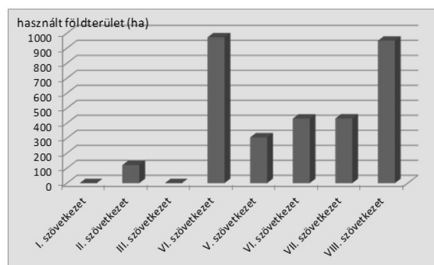
A korábbi 35603 hektár több mint 90%-kal csökkent, melynek fő oka a rendszerváltást követő kárpótlás. Ennek végrehajtása során a szövetkezetek által használt területek jelentő részét kiosztották az érintett magánszemélyeknek. Két szövetkezet napjainkban már egyáltalán nem használ mezőgazdasági területet, az utóbbi évtizedekben teljesen elvesztették azokat. Ennek ellenére számos a mezőgazdasághoz kapcsolódó tevékenységet végeznek, függetlenül attól, hogy növénytermesztési vagy állattenyésztési tevékenységet nem folytatnak. A felmért szövetkezetek által használt összes mezőgazdasági terület több mint a felét két szövetkezet, míg a terület több mint 75%-át pedig mindössze négy szövetkezet adja.

Ez az átlagos 401 hektár terület megközelíti a Magyarországon egy magánszemély által tulajdonolható mezőgazdasági terület nagyságát.

4. ábra: Szövetkezeti földterületek a rendszerváltás előtt (ha)



5. ábra: A szövetkezetek jelenleg használt földterület nagysága (ha)



Forrás: A szerzők saját szerkesztése

3.5. A szövetkezetek jövőképe, szerepüket meghatározó tényezők

A felmért agrárgazdasági szövetkezetek jövőképe egyértelműen negatív. Elmondásuk szerint a jelenlegi bizonytalan piaci, jogszabályi és politikai helyzetben nincs lehetőség közép és hosszú távú tervezésre. Megállapítható, hogy a jelenlegi Európai Unió ciklus végéig – 2020-ig – sem tudnak előre tervezni ezek a gazdaságok. A rövidtávú terveikre a válasz a „túlélés”, a megváltozott jogszabályi körülményekhez való folyamatos alkalmazkodás, és törekvés a jelenlegi pozíciók megtartására. Fejlesztésről, beruházásokról, gazdasági alapokra helyezett tervekről csupán három gazdaság vezetője számolt be. Az interjúk során kivétel nélkül minden esetben felmerült a probléma, hogy a vidéken élők egyre inkább megosztottak, az összefogásra való hajlam teljes mértékben eltűnt. Alapvető problémák megoldásában is az a jellemző, hogy a gazdálkodókból hiányzik a kompromisszum készség, a problémák megoldására való törekvés. Ameddig a vidéken élők nem képesek összefogni, közös célt kijelölni maguknak, addig hosszútávon fenntartható fejlesztéseket sem lehet megvalósítani.

Megkérdeztük az interjúalanyokat, hogy milyen gyökeres változásokra van ahhoz szükség, hogy a külső és belső problémákat el lehessen kerülni, felszámolni, megoldani. Erre a kérdésre a következő válaszokat kaptuk: jogszabályi környezet módosítása, az érintettek bevonásával, oktatási színvonal emelése, gyakorlatorientált képzések bevezetése, összefogás a jobb piaci pozíció eléréseért, külföldi piacok elérésének segítése, ésszerűtlen gazdálkodási előírások eltörlése.

Az összefogást az integráció mentén lehetne megvalósítani úgy, hogy a gazdálkodók részesülhessenek az innovatív technológiák, új fajták, új megoldások által nyújtott gazdasági előnyökben. A közös értékesítés mellett az input anyagok közös beszerzése, annak előfinanszírozása, a közös munkaszervezés, a folyamatos szaktanácsadás, hivatali ügyintézés biztosítása tudna olyan érdekeltséget teremteni, mely hosszú távon összefogásra ösztönözhetné a gazdálkodókat. A szövetkezetek elmondása szerint nem csak a gazdasági társaságok esetén nagy a mezőgazdasági

termeléshez kapcsolódó bizonytalanság, így alapvetően lenne igény a gazdálkodók összefogására, megsegítésére. A szervezés elindításához azonban központi akarat és megfelelő támogatási háttér szükséges.

4. Következtetések

A mélyinterjúkból szerzett információk alapján megállapítható, hogy az agrárgazdasági szövetkezetek képesek megvalósítani az Európai Unió alapelveit: a foglalkoztatás biztosítását, növelését, a termelékenység fokozását és a társadalmi kohézió erősítését. Megállapítható, hogy elsősorban közösségi gondolkodású gazdasági szervezetek fordítanak figyelmet tagjaik, alkalmazottaik, a településen gazdálkodók és élők érdekeinek érvényesítésére, jólétük emelésére. A szövetkezetek a működési területükön nagy számban érnek el gazdálkodókat, kiterjedt gazdasági kapcsolatokkal rendelkeznek, amely tovább erősíti a társadalmi kohéziót. Az agrárgazdasági szövetkezetek kiváló alapjai lehetnek egy irányított, alulról építkező, de felülről támogatott fejlesztésnek. A kapcsolatok ugyanis már megvannak, rendelkeznek a szükséges infrastruktúrával, technikai és szakmai háttérrel. Hiába felelnek meg a jelen kor kihívásainak, hiába nyitottak és állnak rendelkezésére a helyi gazdálkodóknak, önkormányzatnak, civil szervezeteknek, nem használják ki a bennük rejlő gazdasági lehetőséget. A rendszerváltás óta eltelt közel harminc évben ugyanis a gazdaságpolitika keresztműzében voltak.

Az agrárpolitika és a társadalom sem racionális szempontok alapján ítéli meg a szövetkezetek működését. A jogi szabályozások nem kedveznek működésüknek, gazdaságilag szép lassan ellehetetlenülnek, átveszik helyüket a családi és egyéni gazdaságok, amelyek más érdekek mentén építik fel gazdaságukat. A legtöbb helyen egyelőre nem mutatkozik konkrét igény a szövetkezésre. A folyamatos bizonytalanság, a kitettség, a támogatások csökkenésétől való félelem azonban akaratlanul is összehozza majd a vidéken gazdálkodó embereket. A szövetkezetek pedig készen állnak arra, hogy a felmerülő igényekre reagáljanak. A szövetkezeteken keresztül a vidék fejlődésének érdekében helyre kell állítani a mezőgazdaság becsületét, erősíteni kell a vidéki emberek kötődését a mezőgazdasághoz. Elő kell segíteni a szövetkezést, mert rajtuk keresztül a gazdálkodó emberek technikai, szociális és társadalmi segítséget is kapnak. Növelni szükséges a szövetkezetek érdekeltségét a még magasabb szintű társadalmi és szociális szerepvállalásra.

5. Irodalomjegyzék

- AKI (2017): Agrárpiazi jelentések gabona és ipari növények. Vol. XX. No. 1. Agrárgazdasági Kutató Intézet
- Benedek, A. (2015): Az európai és hazai szakképzési rendszer fejlődésének tendenciái, BME Tanárképző Központ, Budapest
- Dobosné Papp A. (2012): A termőföld hasznosítás, - használat változásai, hatásai a gazdálkodás eredményességére, Kunszentmiklós
- Hegyi A. (1985): *Agrárgazdaság, Agrártársadalom, Agrárpolitika*. Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- KSH, 2017, A működő agrárgazdasági szövetkezetek száma Bács- Kiskun megyében (db) <http://statinfo.ksh.hu/Stainfo/haViewer.jspwww.ksh.hu>

- Hajós L.- Dolmány F. (2001): A munkaerő mennyiségi növelésének lehetőségei Magyarországon. *Gazdálkodás*. 45:(3) pp. 1-15.
- Németi L.(1986):, Az értelmiség szerepe a mezőgazdasági termelőszövetkezetekben. Termelőszövetkezetek Országos Tanácsa
- Romány P. (1987): Szakszövetkezetek Bács-Kiskun megyében, Kiskunsági Mezőgazdasági Szövetkezetek Területi Szövetsége, Kecskemét
- Sóvágó L., Gácsi R., Bárczi J., Czeglédi Cs., Hajós L., Zéman Z. (2014): The effects of and risk management related to the credit crunch in Hungary. *BIATEC* 7:pp. 22-26.
- Szövetkezés*. A Szövetkezeti Kutató Intézet folyóirata 2010/1-2 Jubileumi lapszám: „Hogyan tovább?”

FEJÉSI RENDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A TEJMENNYISÉG, SZOMATIKUS SEJTSZÁM ÉS A TEJÖSSZETÉTEL SZEMPONTJÁBÓL

Gráff Myrtil – Tóth Violetta – Mikó Edit

COMPARISON OF MILKING SYSTEMS BASED ON MILK QUALITY AND MILK QUANTITY

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet,
Hódmezővásárhely

Absztrakt: A vizsgálatokat egy holstein-fríz tehenészeti telepen végeztük, ahol kétféle fejési technológiát alkalmaznak. Az egyik egy 2x8 állásos parallel fejőberendezés, ahol naponta kétszer fejnek, 200 tehenet. Az állatok másik részét fejőrobotokkal fejk. Itt 2 db istálló mindegyikében, 3 db., 2 állásos fejőrobot működik, 500 tehen számára. A napi átlagos fejési gyakoriság 2,8. A Riska program adatbázisából, közel 700 tehen adatait dolgoztuk fel. A két fejési technológia alapján alakítottunk ki két csoportot a számításokhoz. A csoportokon belül a laktációban eltöltött idő (hónap) szerint rendeztük az állatokat és végig követtük a laktációs teljesítményüket (14 hónap) a havi próbafejések alapján. Kigyűjtöttük a napi tejtermelés (tej kg/nap), tejfehérje (%/tej kg), tejszír (%/tej kg) és a szomatikus sejtszám (SCC), (sejtszám/cm³) adatokat. Az SPSS-26 program segítségével, független T-próbával hasonlítottuk össze a két csoport eredményeit. A tejmennyiség esetében súlyozott átlaggal számoltunk. A napi tejtermelés vonatkozásában, minden hónapban szignifikánsan több volt a tejtermelés a robot fejés esetén ($P < 5\%$) a hagyományos fejési technológiával szemben. A laktáció 2. hónapjában, vagyis a csúcstermelés idején 43 tej kg, ill., 37 tej kg volt az állatok átlagos tejtermelése. A tejfehérje tartalom a hagyományos fejés esetén magasabb volt. A laktáció 2., 3., 4., és 11. hónapjaiban a különbség szignifikánsnak bizonyult. A csúcstermelés hónapjában (2. hónap): 3,27 és 3,22 (tejfehérje%). A tejszír% csak a laktáció 2. és 3. hónapjában volt magasabb a hagyományos fejésnél, azonban a további hónapokban a robot fejés mellett volt több. A 7., 9., 10., 11., és 13. hónapokban szignifikáns különbséggel. A tej szomatikus sejtszáma minden hónapban kevesebb volt robot fejés esetén. Ez a különbség az első 11 hónapon át szignifikáns volt. A laktáció 2. hónapjában 140 000 és 220 000 volt a sejtszám/cm³ ($P < 5\%$) a tejben. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a robot fejéssel szignifikánsan több tej állítható elő a laktáció teljes tartama alatt a hagyományos fejési technológiával szemben. Ezzel a technológiával a napi átlagos fejésszám 2,8, szemben a hagyományos, napi kétszer fejéssel. A tőgy többször kiürül, ami több tejtermelésre stimulálja a tőgyet. A szomatikus sejtszám értékei lényegesen alacsonyabbak robot fejésnél. A tejfehérje tartalom a hagyományos fejés esetén szignifikánsan több a laktációs csúcstermelés hónapjaiban, mivel a kevesebb tej koncentráltabb. A tejszírtartalom a laktáció második felében szignifikánsan magasabb robot fejés esetén. Ez is a többszöri fejéssel magyarázható, mivel a fejés végén magasabb a tej zsírtartalma.

Abstract: We analysed one Holstein- Friesian dairy farm using two types of milking technologies. One of them is a parallel milking parlour (2x8), where 200 cows are milked twice a day. The other part of the animals (500 cows) is milked with robotic milking machine. The average daily milking frequency is 2.8. We processed data from nearly 700 cows. Based on the two different milking technologies, we formed two groups for the calculations. Within the groups, the animals were arranged according to their lactation period (14 months). We collected daily milk production (kg / day), milk protein (% / kg), milk fat (% / kg) and somatic cell count (SCC) (cell number / cm³) data, based on a monthly test-day. Using the SPSS-26 program, we compared the results of the two groups with an independent T-test. Each month, there was significantly more milk production for robotic milking ($P < 5\%$) compared to conventional milking technology. In the 2nd month of lactation, at the

time of peak production, the average milk production of the animals was 43 kg and 37 kg, respectively. The milk protein content was higher in conventional milking, because less milk is more concentrated. At months 2, 3, 4, and 11 of lactation, the difference was significant. In the month of peak production (month 2): 3.27 and 3.22 (milk protein %). Milk fat% was higher in conventional milking only in months 2 and 3 of lactation, however, this level was significantly higher in the second half of lactation in addition to robotic milking. The somatic cell count of milk was lower each month for robotic milking. This difference was significant for the first 11 months. At 2 months of lactation: 140,000 and 220,000 (number of cells / cm^3) ($P < 5\%$). Based on our results, we can conclude that significantly more milk and milk fat can be produced and significantly less the SCC with the robot milking. With this technology, the average number of milkings per day is 2.8, compared to the traditional twice-daily milking. The udder is emptied several times, which stimulates the udder to produce more milk. At the end of milking comes the higher fat milk, which can also be increased by milking three times a day.

Kulcsszavak: robot fejés, tejmenyiség, szomatikus sejtszám, tejfehérje, tejszír

Keywords: robot milking, milk yield, somatic cell count, milk protein, milk fat

1. Bevezetés

Az automatikus fejőrendszer lehetővé teszi, hogy minden tehén maga válassza meg a fejés idejét, a két fejés közötti időt a nap folyamán és a laktáció alatt (Carlström et al., 2013). Fejés közben a tehén látja az állományt, ami csökkenti a fejéssel kapcsolatos stresszt. Amint azt számos szerző hangsúlyozta (Pirlo et al., 2005; Edwards et al., 2014; Lee – Choudhary, 2006), fontos, hogy az állatok pozitív tapasztalatokkal rendelkezzenek fejéskor.

1.1. Szomatikus sejtszám

Az élettani tényezők hatására a tej szomatikus sejtszáma sajátosan változik. A laktáció elején és végén, az ellés után sejtszám növekedés tapasztalható egészséges tehenek esetén is. A laktáció alatti tejmenyiség és a szomatikus sejtszám kapcsolatát vizsgálva megállapítható, hogy a tejmenyiség csökkenésével ellentétesen emelkedik az átlagos szomatikus sejtszám (Gulyás, 2002). A kor előrehaladtával az egymást követő laktációkban nő a nyerstej szomatikus sejtszáma, aminek hátterében a tőgyet ért mikrotraumák szerepét feltételezik (Merényi – Lengyel, 1996).

Nem mutatkozott különbség a napi egyszer vagy kétszer fejt tehenek tejének szomatikus sejtszámában, ugyanakkor erős környezet függőséget mutatott Gere, (2004) szerint. A szubklinikai mastitis hatásaként a tej mennyiség 9,2%-os csökkenéséről számol be Horváth (1990), amely csökkenést a tej szomatikus sejttartalmának emelkedésével tovább mélyülőnek állapít meg. A tej mennyisége és szomatikus sejtszáma között szintén negatív összefüggést állapítottak meg Miller et al., (1993), Boettcher et al., (1991).

Unger et al., (1993) leírták, hogy a magas sejtszámú elegytej egy sor fizikai-kémiai jellemzőben szignifikáns eltérést mutat az egészséges tejjel összehasonlítva.

Berglund et. al., (2002), az automatikus fejési rendszer szomatikus sejtszámra (SCC) és a bimbóvég állapotára gyakorolt hatását hasonlították össze a hagyományos fejőházi fejéssel, ahol naponta kétszer fejtek. Szignifikánsan ($P < 0,05$) kevesebb volt az SCC, ha a tejet tőgynegyedenként vizsgálták, míg az elegytejben a

fejés típusának nem volt hatása. Az SCC javulása valószínűleg a robot fejéssel együtt járó számos tényező következménye lehet. Az SCC csökkenése a megnövekedett fejési gyakoriság következtében megnövekedett tejhozamból és az ebből eredő hígítási hatás következtében is történhetett (Kelly et al., 1998, Naumann et al., 1998). Ugyanakkor kimutatták, hogy a tej gyakoribb kifejeése csökkenti a baktériumok megtapadásának lehetőségét a tőgy szövetében (Klastrup et al., 1987). A tőgynegyedenkénti eltérő fejés hosszú távon befolyásolhatja az SCC-t, a fejőrobot tőgynegyedenként állítja be az ideális vákuumszintet (Seeman, 1997), így kevesebb a fejéssel kapcsolatos bimbóvég-reakció, bimbóvég megvastagodás. Ezáltal kevesebb kórokozó tud bejutni a tőgybe a két fejés között. Ugyanakkor, Tse et al., (2018) felmérésében a termelők a tejhozam növekedéséről számoltak be, de a tej minőségére kevés hatással volt a robot fejés. Ellenben, Ki et al., (2011) leírja, hogy a robotfejés megemelte a szomatikus sejtszámot.

1.2. Tejmenyiség

A fejő automaták (fejőrobotok) teljes biztonságot nyújtanak a minőség és a mennyiség vonatkozásában. A fejések számának növelésével általában nő a kifejehető tejmenyiség. A különböző vizsgálatok szerint a kétszeri fejéshez képest a háromszori fejés 1–25%-os többletet eredményez. A nagyobb tejelőképességű tehenek esetében 15–20% a tej és 0,2% a tejszír-különbség a háromszori fejés javára (Fenyvessy et al., 2014). Amos et al., (1985) szerint, a többszörös és első laktációs tehenek, melyeket naponta háromszor fejtek, 18,5 és 25,2% -kal több tejet termeltek. A tejhozam növekedéséről számolt be Sitkowska, et al., (2015) is fejőrobotos fejés bevezetésekor. A harmadik és negyedik laktációjú idősebb tehenek több tejet adtak, mint az első és második laktációjú tehenek. Szerintük az optimális fejésszám tehenenként naponta 2,6–2,8 fejés között mozog. Welper – Freeman (1992) a tejhozam, a tejfehérje, a tejszír és a tejcukor öröklődhetőségét az adott sorrendben a következőnek találták: $h^2 = 0,30; 0,29; 0,27$ és $0,26$, ami alacsonynak mondható.

1.3. Tejszír, tejfehérje

Ki et al., (2011) vizsgálták az automatikus fejőrendszer (AMS) tejhozamra és tejösszetételre gyakorolt hatását. Az AMS jelentősen megnövelte a napi tejhozamot a hagyományos fejőrendszerhez képest. A tejszír és a tejfehérje %-ban nem volt különbség. De a tejszír és a tejfehérje hozama szignifikánsan magasabb volt az AMS esetében, a megnőtt tejhozam miatt. Amos et al., (1985) szerint a fejés gyakorisága nem befolyásolta a tej összetételét, azonban az az összes tejszír szignifikánsan több volt a napi háromszor fejt teheneknél.

Egy tanulmányban a CMS (hagyományos, fejőházi fejési rendszer) tehenek fejési gyakorisága és tejhozama szignifikánsan ($P < 0,05$) alacsonyabb volt, mint az AMS teheneké. Negatív összefüggés volt a fejési gyakoriság és a zsír- és fehérjetartalom között. A növekvő fejési gyakoriság növelte a tejhozamot, bár inkább a többlet ellett teheneknél, mint az üszöknél (Hogenboom, et al., 2019).

Abeni et al., (2005), Janštová et al., (2011), Innocente – Biasutti (2013), valamint De Marchi et al., (2017), összehasonlították az AMS- és CMS-tehenek tejtét

különböző méretű állományokban, a laktáció különböző szakaszaiban. Azt találták, hogy a fejési rendszer nem befolyásolja jelentősen a zsírt, a fehérjét, a kazeint, a laktózt, és a zsírintes szárazanyag tartalmat. Salovu et al., (2005) szerint az AMS bevezetése után a zsírtartalom átlagosan 3,85-ről 4,20% -ra nőtt. Bár statisztikailag nem szignifikáns, az ilyen növekedést a rövidebb fejési intervallumoknak tulajdonították. A korábban hivatkozott adatokkal ellentétben Klungel et al., (2000) és Touseva et al., (2014) magasabb zsír- és fehérjetartalmat ($P < 0,01$) mértek az AMS tejben, mint a CMS tejben, míg a relatív kazein tartalom stabil maradt. Egy nagyméretű tanulmányban, amelyben 51, AMS-t használó és 53 CMS-t használó gazdaság vett részt Johansson et al., (2017) nem talált különbséget a zsírtartalomban a 2 csoport között, míg az AMS tej fehérjetartalma alacsonyabb volt ($P = 0,005$). A fenti tanulmányokból láthatjuk, hogy a CMS és AMS tehenek tejének tejzsír és tejfehérje tartalmának összevetésekor meglehetősen eltérő eredmények születtek.

2. Anyag és módszer

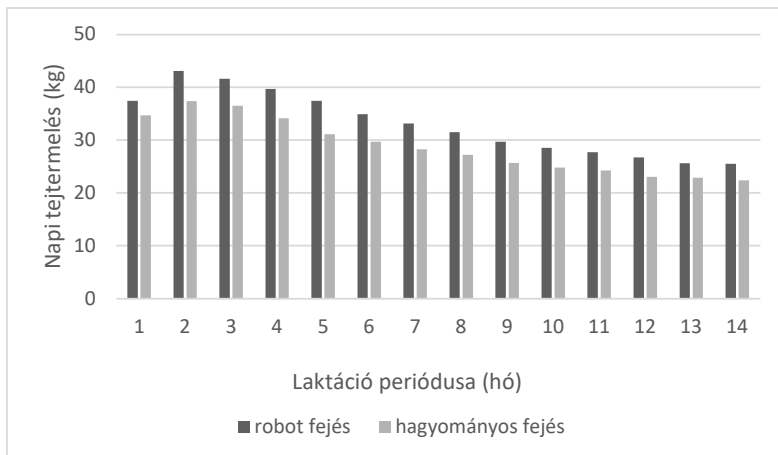
A vizsgálatokat egy holstein-fríz tehenészeti telepen végeztük, ahol kétféle fejési technológiát alkalmaznak. Az egyik egy 2x8 állásos paralel fejőberendezés, ahol naponta kétszer fejnek, 200 tehenet. Az állatok másik részét fejőrobotokkal fejjük. Itt 2 db istálló mindegyikében, 3 db., 2 állásos fejőrobot működik, 500 tehen számára. A napi átlagos fejésszám: 2,8. A Riska program adatbázisából, közel 700 tehen adatait dolgoztuk fel. A két fejési technológia alapján alakítottunk ki két csoportot a számításokhoz. A csoportokon belül a laktációban eltöltött idő (hónap) szerint rendeztük az állatokat és végig követtük a laktációs teljesítményüket (14 hónap) a havi próbafejések alapján. Kigyűjtöttük a napi tejtermelés (tej kg/nap), tejfehérje (%/tej kg), tejzsír (%/tej kg) és a szomatikus sejtszám (SCC), (sejtszám/cm³) adatokat. Az SPSS- 26 program segítségével, független T- próbával hasonlítottuk össze a két csoport eredményeit. A tejmenyiség esetében súlyozott átlaggal számoltunk.

3. Eredmények és értékelésük

3. 1. A napi tejmenyiség alakulása a vizsgált időszakban

A napi tejtermelés vonatkozásában, minden hónapban szignifikánsan több volt a tejtermelés a robot fejés esetén ($P < 5\%$) a hagyományos fejési technológiával szemben. A laktáció 2. hónapjában, vagyis a csúcstermelés idején 43 tej kg, ill., 37 tej kg volt az állatok átlagos napi tejtermelése, a különbség 6 liter (1. ábra).

1. ábra: Napi tejmenyiség alakulása a laktáció során



Forrás: A szerzők saját szerkesztése

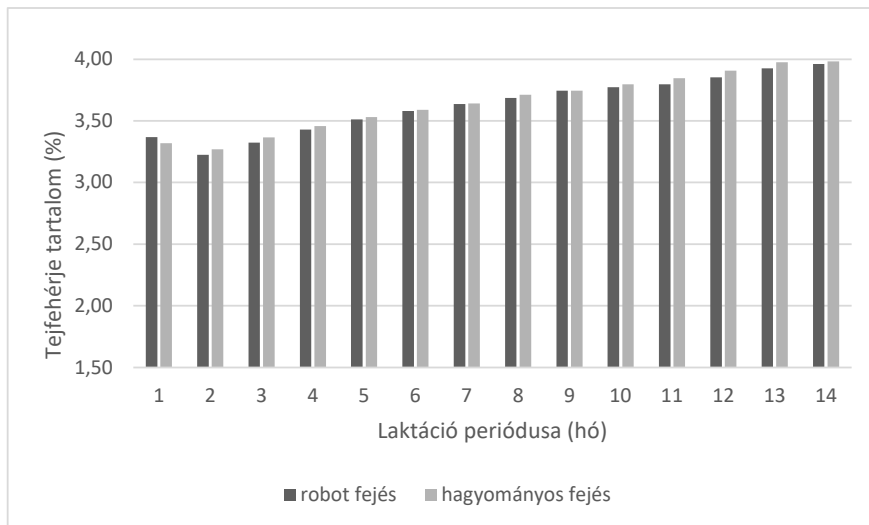
A laktáció vége felé (11-14. hónapok), a tejtermelés csökkenésével a különbség is csökkent 3 literre (14. hónapban 25,5, ill. 22,4 l.). Ki et al., (2011), Hogenboom, et al., (2019), is a tejhozam szignifikáns emelkedéséről számol be robot fejésnél, amit a fejési gyakoriság növelése okoz. A képződött tej a tőgy telítődésével egyre nagyobb nyomást gyakorol a tejtermelő sejtekre és a tejutak falában levő nyomásérzékelő idegvégződésekre. Így részben a tej keltette nyomás következtében, részben idegi és hormonális hatásra a tejelválasztás csökken, majd meg is szűnik; csak akkor indulhat meg újra, ha a tej a tejutakból kiürül, a tejtermelő sejtekre ható nyomás megszűnik (Bíró, 2014). A többszöri fejéssel többször ürül ki a tőgy, lehetővé téve az intenzívebb tejképződést.

3. 2. A tejfehérje alakulása a vizsgált időszakban

A tejfehérje tartalom a hagyományos fejés esetén magasabb volt (2. ábra). A laktáció 2., 3., 4., és 11. hónapjaiban a különbség szignifikáns volt. A csúcstermelés hónapjában (2. hónap): 3,27 és 3,22 (tejfehérje%).

Eredményünk megegyezik Hogenboom, et al., (2019) és Johansson et al., (2017) eredményeivel, akik leírják, hogy a növekvő fejési gyakoriság, a magasabb tejhozam és az ezzel együtt járó hígabb tej okozta a tejfehérje csökkenést robot fejés esetén. Ugyanakkor számos szerző ettől eltérő eredményekről számol be a hagyományos és automata fejési rendszerek tejfehérjére gyakorolt hatását vizsgálva. Ki et al., (2011), Amos et al., (1985) szerint a tejfehérje %-ban nem volt különbség, a fejési gyakorisága nem befolyásolta a tej összetételét. Abeni et al., (2005), Janštová et al., (2011), Innocente – Biasutti (2013), valamint De Marchi et al., (2017) szintén erre a megállapításra jutottak. Ellenben Klungel et al., (2000) és Touseva et al., (2014) magasabb fehérje tartalmat mértek robot fejés során.

2. ábra: A tejfehérje % alakulása a laktáció során

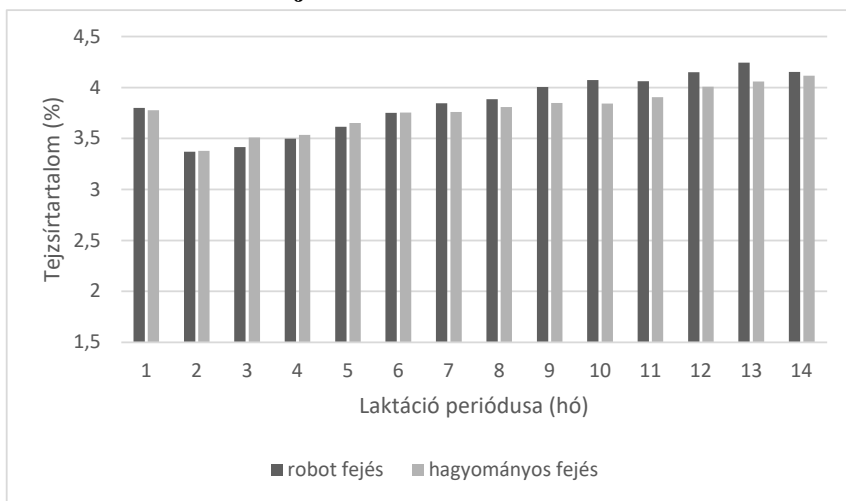


Forrás: A szerzők saját szerkesztése

3.3. A tejsír alakulása a vizsgált időszakban

A tejsír % a laktáció 2. és 3. hónapjában, vagyis a csúcstermelés idején több volt a hagyományos fejés esetén. Ez az az időszak, amikor a tejtermelésben a legnagyobb a különbség a két fejési technológia összevetésekor. A robot fejésnél 6 literrel több a napi átlagos tejtermelés, ami hígabb tejet eredményez. A laktáció második felében, a tejtermelés csökkenésével, a robot fejés mellett volt magasabb a tejsírszázalék, a 7., 9., 10., 11., és 13. hónapokban szignifikáns különbséggel (3. ábra).

3. ábra: A tejsír % alakulása a laktáció során



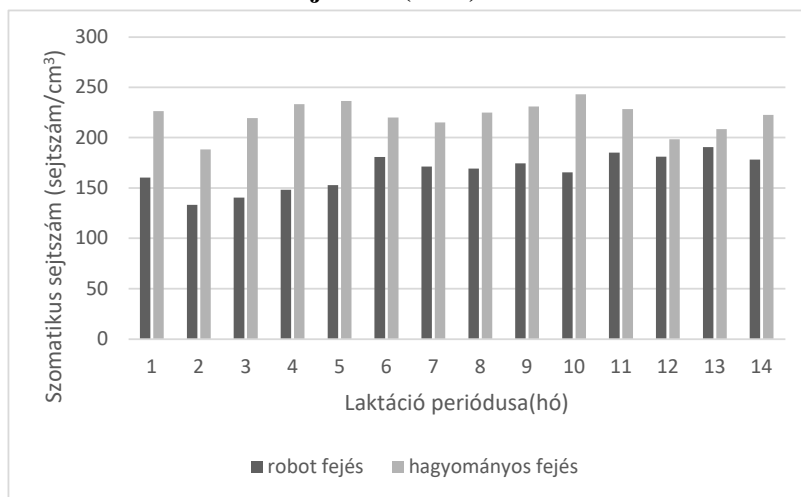
Forrás: A szerzők saját szerkesztése

Abeni et al., (2005), Janštová et al., (2011), Innocente – Biasutti (2013), valamint De Marchi et al., (2017) szerint a két féle fejési rendszer (AMS- és CMS) nem befolyásolja jelentősen a tejszírt. Amos et al., (1985) és Ki et al., (2011) szerint sem volt különbség a tejsír %-ban, a fejési gyakoriság nem befolyásolta a tej összetételét, de a laktációs zsírhozamat szignifikánsan megemelte a megnőtt tejhozam miatt. Ugyanakkor, Salovu et al., (2005) szerint a tejsír % is nőtt AMS fejésnél.

3.4. A szomatikus sejtszám alakulása a vizsgált időszakban

A tej szomatikus sejtszáma a laktáció minden hónapjában kevesebb volt robot fejés esetén. Ez a különbség az első 11 hónapon át szignifikáns volt. A laktáció 2. hónapjában 140 000 és 220 000 volt a sejtszám/cm³ (P <5%) a tejben, AMS és CMS esetén (4. ábra).

4. ábra: A szomatikus sejtszám (SCC) alakulása a laktáció során



Forrás: A szerzők saját szerkesztése

Hagyományos fejés esetén, az SCC rapszodikusán változott a laktáció során. Az élettani tényezők hatását a tej szomatikus sejtszámára inkább a robot fejésnél mért adatok mutatják. Itt látható, hogy a laktáció elején, közvetlenül ellés után, és végén, sejtszám növekedés tapasztalható egészséges tehenek esetén is. A laktáció alatti tejmenyiség és a szomatikus sejtszám kapcsolatát vizsgálva megállapítható, hogy a tejmenyiség csökkenésével ellentétesen emelkedik a szomatikus sejtszám. Ezen megállapítás megegyezik Gulyás (2002) eredményeivel. Berglund et. al., (2002), szerint, akik szintén a két fejési rendszert hasonlították össze leírják, hogy automatikus fejési rendszer esetén szignifikánsan (P <0,05) kevesebb volt az SCC, ha a tejet tőgynegyedenként vizsgálták, míg az elegytejben a fejés típusának nem volt hatása. Gere (2004) eredményeiben sem volt eltérés az SCC-ben. Ugyanakkor

Kelly et al., (1998), Naumann et al., (1998), Klastrup et al., (1987) az SCC csökkenéséről számoltak be robot fejés használatakor.

4. Következtetések, összegzés

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a robot fejéssel szignifikánsan több tej állítható elő a laktáció teljes tartama alatt a hagyományos fejési technológiával szemben. Ezzel a technológiával a napi átlagos fejésszám 2,8, szemben a hagyományos, napi kétszer fejéssel. A tőgy többször kiürül, ami több tejtermelésre stimulálja a tőgyet. A szomatikus sejttség értékei lényegesen alacsonyabbak robot fejésnél. A tejfehérje tartalom a hagyományos fejés esetén szignifikánsan több a laktációs csúcstermelés hónapjaiban, mivel a kevesebb tej koncentráltabb. A tejszírtartalom a laktáció második felében szignifikánsan magasabb robot fejés esetén. Ez is a többszöri fejéssel magyarázható, mivel a fejés végén magasabb a tejszírtartalma.

Irodalomjegyzék

- Abeni, F., Degano, L., Calza, F., Giangiacomo, R., Pirlo, G. (2005): Milk quality and automatic milking: Fat globule size, natural creaming, and lipolysis. *J. Dairy Sci.*, 88 (10): 3519–3529, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73037-X.
- Amos H. E., Kiser, T., Loewenstein, M. (1985): Influence of Milking Frequency on Productive and Reproductive Efficiencies of Dairy Cows, *J. Dairy Sci.*, 68 (3): 732–739., DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80880-8-
- Berglund, I., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K. (2002): Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality, *Livestock Production Science* 78 (2): 115–124., DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00090-8.
- Bíró, G. (2014): *Élelmiszer- higiénia*, Agroinform Kiadó, Budapest. p.:406.
- Boettcher, P. L., Hansen, L. B., Van Raden, P. M. (1991): *Journal of Dairy Science*.74: Suppl 1284.
- Carlström, C., Pettersson G., Johansson K., Strandberg E., Stålhammar H., Philipsson, J. (2013): Feasibility of using automatic milking system data from commercial herds for genetic analysis of milkability, *J. Dairy Sci.*, 96 (8): 5324–5332, DOI: 10.3168/jds.2012-6221.
- De Marchi, M., Penasa, M., Cassandro, M. (2017): Comparison between automatic and conventional milking systems for milk coagulation properties and fatty acid composition in commercial dairy herds. *Ital. J. Anim. Sci.*, 16 (3): 363–370.; DOI: 10.1080/1828051X.2017.1292412.
- Edwards, J. P., Jago, J. G., Lopez-Villalobos, N. (2014): Analysis of milking characteristics in New Zealand dairy cows, *J. Dairy Sci.*, 97 (1): 259–269, DOI: 10.3168/jds.2013-7051.
- Fenyvessy, J., Csanádi, J., Csapó, J., Csapó-Kiss, Zs. (2014): *Tejipari technológia Tej és tejtermékek a táplálkozásban*, Scientia Kiadó Kolozsvár, 35–36.pp. ISBN 978-973-1970-80-6
- Gere, T. (2004): A szomatikus sejttség vizsgálata nyerstejben, *Gazdálkodás*, XLVII. évfolyam 9. számú külökiadása p:106–121.
- Gulyás, L. (2002): A nyerstej szomatikus sejttségét befolyásoló néhány biológiai és környezeti tényező vizsgálata. *Doktori (phd) értekezés*, Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Állattenyésztési Intézet Mosonmagyaróvár, p. 124.
- Hogenboom, J. A., Pellegrino, L., Sandrucci, A., Rosi, V., D'Incecco, I. (2019): Invited review: Hygienic quality, composition, and technological performance of raw milk obtained by robotic milking of cows, *J. Dairy Sci.*, 102 (9): 7640–7654, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16013>.
- Horváth, I. (1990): *Tejipar* (3): 66–58.

- Innocente, N., Biasutti, M. (2013): Automatic milking systems in the Protected Designation of Origin Montasio cheese production chain: Effects on milk and cheese quality. *J. Dairy Sci.*, 96 (2): 740–751, DOI: 10.3168/jds.2012-5512.
- Janštová, B., Dračková, M., Dlesková, K., Cupáková, Š., Necidová, L., Navrátilová, P., Vorlová, L. (2011): Quality of raw milk from a farm with automatic milking system in the Czech Republic. *Acta Vet. Brno*, 80: 207–214, DOI: 10.2754/avb201180020207.
- Johansson, M., Lundh, Å., De Vries, R., Sjaunja, K. S. (2017): Composition and enzymatic activity in bulk milk from dairy farms with conventional or robotic milking systems. *J. Dairy Res.*, 84 (2): 154–158, DOI: 10.1017/S0022029917000140.
- Kelly, A. L., Reid, S., Joyce, P., Meaney, W. J., Foley, J. (1998): Effect of decreased milking frequency of cows in late lactation on milk somatic cell count, polymorphonuclear leucocyte numbers, composition and proteolytic activity, *J. Dairy Res.*, 65 (3): 365–373, DOI: 10.1017/s0022029998002921.
- Ki, K. S., Jeong, Y. H., Park, S. J., Kim, S. B. (2011): Comparison of Milk Yield and Milk Composition Between Before and After Auto Milking System (AMS) Use in Dairy Cow. *J. Lives. Hous. & Env.*, 17 (3): 189–196
- Klastrup, O., Bakken, G., Bramley, J., Bushnell, R. (1987): Environmental influences on bovine mastitis, *Int. Dairy Fed. Bull.*, 217. p. 37
- Klungel, G. H., Slaghuis, B. A., Hogeveen, H. (2000): The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J. Dairy Sci.*, 83. 1998–2003, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75077-6.
- Lee, D. H., Choudhary, V. (2006): Study on Milkability Traits in Holstein Cows, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19 (3): 309–314, DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2006.309>.
- Merényi, I., Lengyel, Z. (1996): *Tejgazdasági kézikönyv*. GAZDA Kistermelői Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest.
- Miller, R. H., Paape, M. J., Fulton, M. A., Schutz, M. M. (1993): The Relationship of Milk Somatic Cell Count to Milk Yields for Holstein Heifers After First Calving, *J. Dairy Sci.* 76 (3): 728–733, DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77396-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77396-8).
- Naumann, I., Fahr, R. D., Von-Lengerken, G. (1998): Zusammenhang zwischen dem Gehalt an somatischen Zellen in der Milch und ausgewählten Parametern der Milchflusskurve bei Kuhen, *Arch. Tierzucht.*, 41 (3): 237–250.
- Pirlo, G., Abeni, F., Capelletti, M., Migliorati, L., Speroni, M. (2005): Automation in dairy cattle milking: experimental results and considerations, *Ital. J. Anim. Sci.*, 4 (3): 17–25, DOI: 10.4081/ijas.2005.3s.17.
- Salovu, H., Ronkainen, P., Heino, A., Suokannas, A., Ryhänen, E. L. (2005): Introduction of automatic milking system in Finland effect on milk quality. *Agric. Food Sci.*, 14 (4): 346–353, DOI: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2015090311380>.
- Seeman, A. (1997): Jämförande studie mellan fjärdedelsmjölkning och heljuvermjölkning med avseende på mjölkavkastning, mjölkflöden, mjölkningstider och spenbehandling. [Comparative study between quarter milking and conventional milking according to milk production, milk flow, machine on time and teat treatment, MSc Thesis No. 90, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, 39 pp
- Sitkowska, B., Piwczyński, D., Aerts, J., and Wańkiewicz, M. (2015): Changes in milking parameters with robotic milking, *Arch. Anim. Breed.*, 58 (1): 137–143, DOI: <https://doi.org/10.5194/aab-58-137-2015>.
- Tousova, R., Duchacek, J., Stadnik, L., Ptacek, M., Beran, J. (2014): The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic milking systems. *J. Cent. Eur. Agric.*, 15 (4): 100–114, DOI: <https://hrcak.srce.hr/130755>.
- Tse, C., Barkema, H. W., DeVries, T. J., Rushen, J., Pajor, E. A., (2018): Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. Published online by *Cambridge University Press*: 04 April 2018, pp. 2649–2656

- Unger, A., Császár, G., Takács, G.-né. (1993): A nyerstej szomatikus sejtszáma. *XXV Óvári Tudományos Napok* 381–386.
- Welper, R. nD., Freeman, A. E. (1992): Genetic Parameters for Yield Traits of Holsteins, Including Lactose and Somatic Cell Score1, *J. Dairy Sci.*, 75 (5): 1342–1348, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77885-0.

INFORMÁCIÓFELDOLGOZÁS ÉS DÖNTÉSTÁMOGATÁS GAZDÁK SZÁMÁRA MICROSOFT EXCELLEL

Hampel György

INFORMATION PROCESSING AND DECISION SUPPORT FOR FARMERS WITH MICROSOFT EXCEL

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet, Szeged

Absztrakt: Ma már csak akkor lehetünk sikeresek, ha rendelkezünk olyan – számítógép által támogatott – információs rendszerrel, amely hozzájárul az információ gyűjtéséhez, feldolgozásához, elemzéséhez, visszakereséséhez és megjelenítéséhez. A rendszer használója – az ember – maga is az információs rendszer természetes részének tekinthető. Az irodai programcsomagok részét képező korszerű táblázatkezelő – köztük a legelterjedtebb Microsoft Excel – számos információfeldolgozó szolgáltatást kínál és döntéstámogató rendszernek is tekinthető. A Microsoft Excel képességei folyamatosan fejlődnek, bővülnek. Az agrárgazdaságban tevékenykedő gazdák lépten-nyomon találkozhatnak (Excel) táblázatokkal az adatszolgáltatásaik során. Az egyszerű táblázat (és diagram) generáló szolgáltatások mellett gazdák számára mindenképpen előnyös lehet a Microsoft Excel táblázatkezelő által rendelkezésre bocsátott, egyéb, fejlett képességek ismerete és használata is. Így biztosítható, hogy a hagyományos (korszerűtlen, ösztönökre, intuícóra hagyatkozó) döntések helyett adatokra, információkra alapozott, jobb döntések születhessenek.

Abstract: Nowadays, we can only be successful if we have a computer-supported information system that contributes to the collection, processing, analysis, retrieval and display of information. The human user of the system can be considered a natural part of the information system. A state-of-the-art spreadsheet offers several information processing services and can be considered as a decision support system. The capabilities of Microsoft Excel are constantly evolving. Farmers in the agricultural economy can come across several (Excel) spreadsheets during their data provision. In addition to simple spreadsheet (and chart) generation services, farmers can benefit from knowing and using other advanced capabilities provided by the Microsoft Excel spreadsheet program. In this way, it can be ensured that better decisions based on data and information can be made instead of traditional (outdated, based on instincts and intuition) decisions.

Kulcsszavak: információfeldolgozás, döntéstámogatás, táblázatkezelő, Microsoft Excel

Keywords: information processing, decision support, spreadsheet, Microsoft Excel

1. Bevezetés

Tudásalapú társadalmunkban az információ ugyanúgy erőforrásnak tekinthető, mint a hagyományosnak tekintett természeti, pénzügyi és emberi erőforrások. Ma már csak akkor lehetünk sikeresek, ha rendelkezünk olyan – számítógép által támogatott – információs rendszerrel, amely hozzájárul az információ gyűjtéséhez, feldolgozásához, elemzéséhez, visszakereséséhez és megjelenítéséhez.

Az operációs rendszer mellett valamilyen irodai programcsomag szinte minden irodában használt számítógépen megtalálható. A programcsomag részét képező táblázatkezelő programot sokan használják legalább alapszinten, ha a munkájuk része valamilyen adatfeldolgozási, adatmanipulációs vagy adatmegjelenítési tevékenység. A táblázatkezelő tulajdonképpen tekinthető egyfajta döntéstámogató

rendszernek (is), amelynek segítségével akár döntési problémák megoldását támogató alkalmazások is készíthetők (Kacsukné–Kiss, 2019).

Az agrárgazdaságban tevékenykedő gazdák is lépten-nyomon találkozhatnak táblázatokkal, hiszen amikor a hatóságok, vagy szakmai szervezetek felé kell adatot kell szolgáltatniuk egy-egy ügy intézéséhez, pályázathoz vagy jogszabályi kötelezettség teljesítéséhez, azt – többek között – táblázatok elektronikus változatainak kitöltésével, sőt nemritkán egyenesen „Excel táblázat” (xls,xlsx) formátumban kell teljesíteniük.

Az Excel táblázatkezelőt is tartalmazó Microsoft Office irodai programcsomag becsült felhasználóinak száma világszerte 1,2 milliárd, a vállalati felhasználók száma pedig meghaladja az 1 milliót a Microsoft szerint (Sena, 2021); a programcsomag felhasználóknak legalább fele használja az Excelt. Így semmi meglepő nincs abban, hogy a táblázatkezelő hallatán sokan rögtön az Excelre asszociálnak. Ez a program azonban nem csak egyszerű „táblázat- és diagramgeneráló” szoftver; a folyamatos fejlesztések révén jóval több annál. Éppen ezért jelen tanulmány célja áttekinteni a Microsoft Excel 365/2019 táblázatkezelőben elérhető fontos szolgáltatásokat, amelyek egy – az agrárgazdaságban tevékenykedő – gazdálkodó számára is hasznosnak bizonyulhatnak az információfeldolgozás, illetve az információra alapozott döntések előkészítése, valamint a döntéshozatal során.

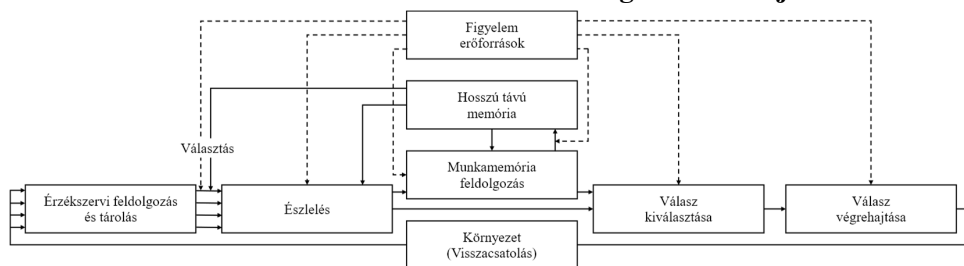
2. Információfeldolgozás, döntés

2.1. Információfeldolgozás

Az információs rendszernek természetes részét képezi az ember is. Az input adatok, információk feldolgozásával, gondolkodással – amelyben a már meglévő tudás (ami maga is egy információhalmaz) is szerepet játszik – alakul ki a végeredmény, az output (Juhász, 2015). A kognitív pszichológia az egyént tulajdonképpen információfeldolgozó „egységnek” tekinti, ahhoz hasonlóan, mint mikor egy számítógép egy adatról, ill. információból (input) valamilyen algoritmus, program (azaz gondolkodási folyamat) végrehajtása révén előállítja a végeredményt (output) (McLeod, 2008). A számítástechnika fejlődése az 1950-es és 1960-as években jelentős hatással volt a pszichológia tudományának alakulására azzal, hogy a számítástechnika egyfajta analógiát, metaforát kínált a pszichológusok számára, amelyet össze tudtak hasonlítani az emberi elme működésével (Atkinson–Shiffrin, 1968). Wickens és munkatársai (2013) általános információfeldolgozási modellje szerint az információfeldolgozási folyamat lépések sorozata, folyamatos visszacsatolással (*1. ábra*): *Érzékszervi (szenzoros) feldolgozás és tárolás*: Információk, események az érzékszerveinken keresztül jutnak az emberi agyba. Minden érzékszervnek van saját rövid távú memóriája (mindössze néhány másodperc); *Észlelés*: A környezetből érkező nyers adat észlelése. Automatikus és gyors, kevés figyelmet igényel, továbbá befolyással van rá mind a szenzoros input, mind a hosszú távú memória; *Felfogás, megismerés (gondolkodás)*: Ez a folyamat rendszerint időigényesebb és több erőfeszítést igényel, mint az előző lépések, mivel az agynak különböző tevékenységeket kell végeznie a rövid távú memóriát is

igénybe véve (gyakorlás, érvelés stb.); *Memória*: Az információ először a könnyen megzavarható munkamemóriában tárolódik, majd kellő számú ismétlés, gyakorlás stb. után a hosszú távú memóriába kerül; *Válasz kiválasztása és végrehajtása*: Egy érzékszervvel felfogott és gondolkodási folyamattal megértett szituáció gyakran valamilyen reakciót vált ki. Ezt követi a reakció végrehajtása, amely például a test mozgatásához szükséges izom-koordinációt igényli a kívánt cél elérése érdekében; *Visszacsatolás*: A végrehajtott cselekvéseket az egyén érzékeli, erről az információáramlás folyamatos, ez biztosítja, hogy a cél elérése sikeres legyen; *Figyelem*: Számos mentális folyamat nem automatikus. Itt van jelentősége a figyelemnek, ami biztosítja (kiválasztja), hogy mely folyamatok részesüljenek a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrásokból. Amennyiben túl sok feladatot kell egyszerre végrehajtani, a következmény a figyelem megosztása, amelynek eredménye, hogy egyes feladatok hátrányba kerülnek.

1. ábra: Az emberi információfeldolgozás modellje



Forrás: Wickens et al. (2013) alapján saját szerkesztés.

Az információ számos módon ábrázolható, így lehet hangalapú, szövegformátumú, strukturált szám-, és kódhalmaz vagy képi (Juhász, 2015).

Az információgyűjtési és feldolgozási folyamat modern infokommunikációs eszközökkel felgyorsítható, hatékonyabbá tehető, de mindig szem előtt kell tartani, hogy a végső feldolgozást az ember végzi.

2.2. Döntés

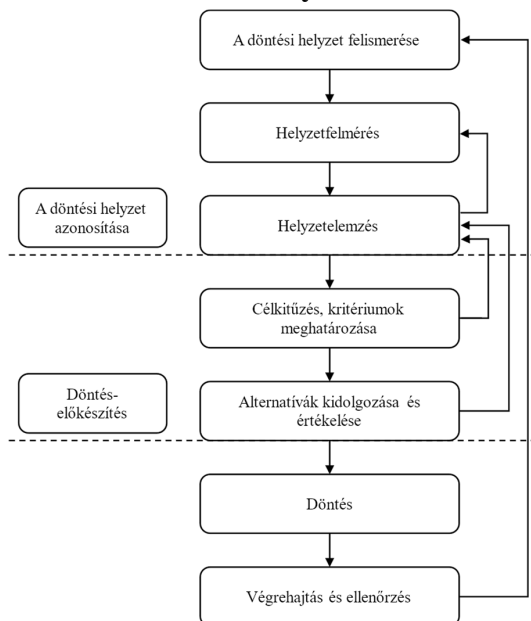
Egy információs rendszer akkor hasznos, ha megfelelő adatokat összegyűjtve, majd az adatokat feldolgozva – információvá, szervezeti tudássá alakítva – és megjelenítve hatékonyan támogatja a döntéshozatalt (Juhász, 2015). A döntéshozatal aktív szereplője az ember, aki észlelve a környezete bizonyos problémáit, meg akarja azokat oldani (Sántáné et al., 2008). A kívánatos helyzet létrehozása, vagy legalább az afelé való elmozdulás döntéssel, majd pedig a döntések végrehajtásával és ellenőrzéssel érhető el (Horváth, 2002).

A döntések sokféleképpen csoportosíthatók. részletes összefoglalót ad Hanyecz, (1994). A szervezetben a döntések jellemzően nem egymástól elkülönülve, hanem egymásra hatva születnek, sokkal inkább beszélhetünk döntések struktúrájáról, ahol az egyes döntési feladatokat össze kell kapcsolni és együttesen kell kezelni (Hanyecz, 1995).

A döntés értelmezése lehet statikus (egy pillanatnyi aktus), vagy dinamikus. Chikán (1978) alapján az első lépés a *döntési helyzet azonosítása* (helyzetfelismerés, helyzetfelmérés, helyzetelemzés); ezt követi a *döntéselőkészítés* (célkitűzés, kritériumok meghatározása, alternatívák kidolgozása és értékelése); majd az *alternatívák közül választás* következik, ami tulajdonképpen a *döntés*; végül a sort a *döntés végrehajtásának ellenőrzése* zárja (lásd: 2. ábra). Az előbbi egy lehetséges felosztása a döntési folyamatnak. Léteznek ettől kisebb-nagyobb mértékben eltérő megközelítések is, de az említett fázisok, lépések – amelyek nem szekvenciálisak, hanem visszahatnak egymásra –, használható közelítést adnak a döntésről, mint folyamatról. Valamennyi fázisban szerepet kaphatnak a döntéshozatalt segítő különböző számítógépes alkalmazások.

A döntéstámogató rendszer számítógépes eszközök összességéből áll, amelyek primer és szekunder adatok, adatbázisok, matematikai-statisztikai módszerek, különböző döntési modellek, valamint a döntéshozó ítélőképességének segítségével interaktív módon segíti a döntéshozatalt. Egyrészt információt szolgáltathat rendszeres vagy ad-hoc jelentések formájában, nagy mennyiségű adatot kezelve és feldolgozva, másrészt modellezési képességekkel rendelkezik, amelyekkel matematikai és analitikai modellekkel elemzéseket, előrejelzéseket készít és javaslatokat tesz egy adott döntési probléma megoldására (Kacsukné-Kiss, 2019).

2. ábra: A döntési folyamat szakaszai



Forrás: Chikán (1978) alapján saját szerkesztés.

3. A Microsoft Excel táblázatkezelő szolgáltatásai

3.1 A táblázatkezelők általános szolgáltatásai

Az információfeldolgozást, a teljes döntési folyamatot segítheti egy információs rendszer az adatok megfelelő módon történő gyűjtésével, importálásával, leíró és matematikai-statisztikai módszerekkel való feldolgozásával és elemzésével, szimulációval, és nem utolsósorban a táblázatos és diagram formátumú megjelenítésével.

A táblázatkezelő tekinthető egyfajta döntéstámogató rendszernek. Ezek a programok azonban, a kezdeti megjelenésükkor (VisiCalc: 1979, Lotus 1-2-3: 1983, Microsoft Excel: 1985, Borland Quattro: 1988) még nem voltak alkalmasak hatalmas adattömeg kezelésére és a szolgáltatásaik elmaradtak a mai táblázatkezelő alkalmazások szolgáltatásaihoz képest (Kepos, 1994; Power–Kaparthy, 2003; Power, 2004; Computer History, n. a.; WinWorld, n. a.). Jelenleg a 10 jelentősebb táblázatkezelő programok közé tartoznak a következők: Microsoft Excel, Apple Numbers, Google Sheets, Quip, EtherCalc, Zoho Sheets, LibreOffice, Apache OpenOffice Calc, Smartsheet, Airtable (Pincher, 2021).

A táblázatkezelő alapvető szolgáltatásai (Hampel–Heves, 2019):

- adatok beolvasása (importálása) a saját formátum mellett számos egyéb formátumú állományból;
- rendszerezés, felsorolások, egyszerű táblák és kimutatások létrehozása;
- egy vagy több szempont szerinti rendezés, szűrés;
- formázás egyéni vagy előre elkészített sablonokkal, illetve feltételeknek (nem) megfelelő adatok kiemelése;
- adatmanipuláció matematikai és logikai műveletekkel, valamint számos matematikai, statisztikai, pénzügyi stb. függvény felhasználásával;
- elemzés a matematikai-statisztika módszereivel, szimuláció és modellezés biztosítása;
- ábrázolás diagramokon;
- mentés (exportálás) és publikálás (megosztás) számos formátumban;
- nyomtatás.

Megjegyzés: egyes változatok az egyéni munkavégzés mellett támogatják a felhasználók egymással együttműködő munkáját, az online kollaboratív munkavégzést is.

3.2. Az Excel döntést segítő szolgáltatásai

A Microsoft Excel táblázatkezelő kínálja mindazokat az adatmanipulációs szolgáltatásokat (lásd előző fejezetrész), amelyek alkalmassá teszik a programot információfeldolgozásra és döntéstámogatásra. Néhány fontosabb szolgáltatás részletesebben:

Adatok beolvasása: Az információs rendszerek általában biztosítanak arra lehetőséget, hogy az adataikat hozzáférhetővé tegyék más programrendszerek számára. Ennek módja lehet a szövegfájlba (vagy más, sok program által támogatott formátumú állományba) mentés, vagy – megfelelő jogosultság esetén – a rendszer

adatbázisához való közvetlen hozzáférés. Az Excel képes az információs rendszerek előbbi módon hozzáférhetővé tett adatait beolvasni, feltéve, hogy az adatok mennyisége belefér a munkafüzet munkalapjai által meghatározott keretekbe, illetve ennél nagyobb adatmennyiséghez használható a táblázatkezelőhöz telepíthető Microsoft Power Pivot bővítmény.

Szűrés, rendezés: A munkalapon lévő adatok egy vagy akár több szempont szerint szűrhetők, rendezhetők. Logikai kifejezésekkel (és/vagy) összekapcsolt, összetett keresési feltételek is megadhatók, ezzel támogatva a döntéshez szükséges adatok kiválogatását.

Formázás és számformátumok alkalmazása: Beépített, vagy saját szerkesztésű témákkal, táblázat- és cellastílusokkal, számformátumokkal egységes kinézetű munkalapok, táblázatok állíthatók elő. Emellett támogatott a cellák megadott feltételektől függő, a többi cellától eltérő megjelenítése, kiemelése feltételes formázással.

Lehetőségelemzés – Célérték keresése: Ismert eredményhez tartozó bemeneti értékek kereshetők egyváltozós bementi értékek esetében.

Lehetőségelemzés – Esetvizsgáló: Különböző értékcsoporthoz (alternatívák) hozhatók létre és menthetők el „eset”-ként. Az esetek között váltva tekinthetők meg az esetektől függő eredmények. Az alternatívák alapján összefoglaló jelentés is készíthető, amely az összes eset adatait és következményeit tartalmazza.

Lehetőségelemzés – Adattábla: Egy vagy két változó értékei alapján egy táblázatot ad eredményül, amelyet a változók értékeivel kalkulált kifejezés eredményével tölt fel.

Kimutatás: Adatlistából csoportosító, vagy kombinációs (kontingencia) táblázatok (pivot táblák) készíthetők, így egy hatalmas adathalmaz könnyen áttekinthető információt hordozó összesítő táblázattá konvertálható. A kimutatás tartalmazhat egy vagy akár több szempont szerint csoportosított darabszámot, összegzést, átlagot, szórást, legkisebb és legnagyobb értéket stb. A megjelenített adatok további szempontok szerint szűrhetők. Az adatok százalékos formában is megjeleníthetők, ezzel jobban érzékeltetve az arányokat (sorösszeg %-a, oszlopösszeg %-a, végösszeg %-a stb.)

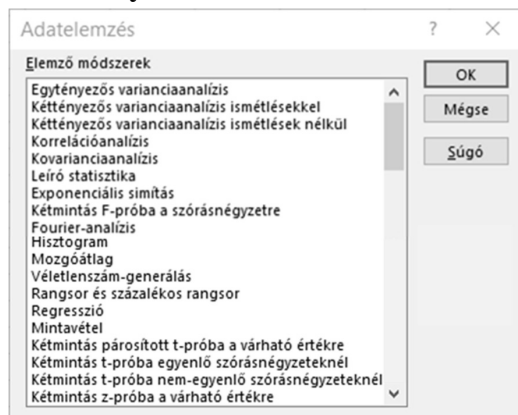
Diagram: Az adatok még szemléletesebben ábrázolhatók a helyesen megválasztott diagram segítségével. Abban az esetben, ha a diagram készítése előtt kijelöljük az ábrázolandó cellákat, a program javaslatot tehet a megfelelő diagramtípusra. A kész diagramok számos módon tesztre szabhatók, így némi kreativitással az adatok igen látványos ábrázolására van lehetőség – azonban mindig szem előtt kell tartani, hogy a látványelemek alkalmazásának célja mindig az információ hatékony közlése kell legyen. A diagram egy speciális változata, az ún. értékgörbe, amely akár egyetlen cellában is alkalmas trendek jelzésére.

Az Excel táblázatkezelő tartalmaz olyan bővítményeket, amely alapbeállítás szerint nincs bekapcsolva (Analysis ToolPak, Solver és Microsoft Power Pivot for Excel stb.). Ezeknek a kiegészítő szolgáltatásoknak a telepítésével további hasznos funkciók adódnak a felhasználó számára az információfeldolgozáshoz és a döntések támogatásához:

Analysis ToolPak: A táblázatkezelő adatelemző bővítménye, amely a már meglévő, a programba beépített – és külön-külön is használható – függvényeket hasznosítja. A bővítmény az egyazon munkalapon található adatok matematikai-statisztikai elemzéséhez alkalmazható (például: leíró statisztika, többféle hipotézisvizsgálat, hisztogram, korrelációanalízis, regresszió stb., lásd: 3. ábra). Az eredmények táblázatos formában és – ahol indokolt – diagramon jelennek meg.

Solver: Lehetőségelemzésre alkalmas bővítmény, amelynek segítségével egy célértékcélában lévő képlet maximális, minimális vagy megadott értéke kereshető meg korlátozások (peremfeltételek) megadása mellett. A bővítmény a döntési változók (változócellák) csoportját használja fel, amelyek a képletek kiszámításához használhatók a célérték- vagy a korlátozáscellában. A program úgy módosítja a döntési változócellák értékeit, hogy azok megfeleljenek a korlátozáscella feltételeinek és egyúttal a célértékcélához a kívánt eredmény (maximum, minimum, vagy megadott érték) álljon elő. A bővítmény alkalmas lineáris programozási, vagy bonyolultabb optimalizációs problémák megoldására.

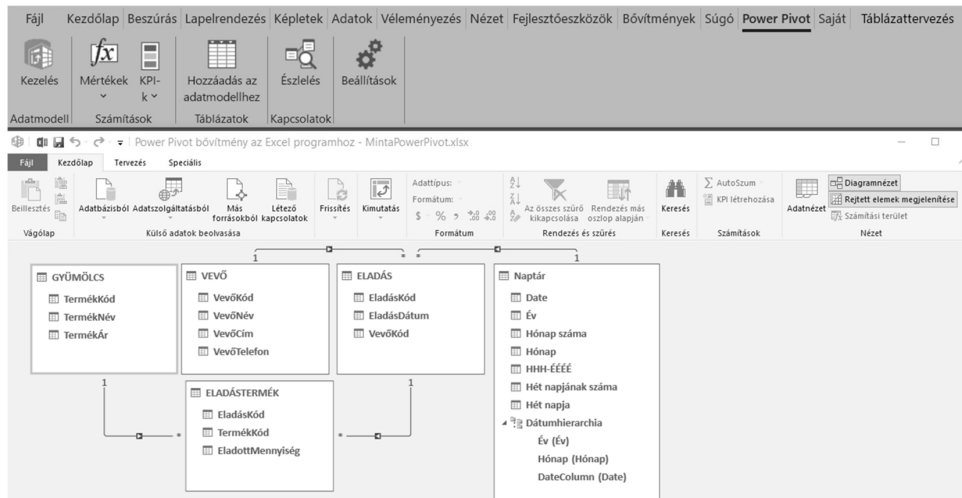
3. ábra: Analysis ToolPak adatelemző módszerek



Forrás: Microsoft Excel képernyőmentés alapján saját szerkesztés.

Microsoft Power Pivot for Excel: A bővítményben – amely külön ablakban fut –, hatalmas mennyiségű adatot tartalmazó adatmodellek készíthetők, amelyek az adatbáziskezelőkben megszokott relációs modell szerinti táblázatokat és kapcsolatokat tartalmazhatnak (4. ábra). A táblák adatai kiegészíthetők DAX (Data Analysis Expression) képletkifejező nyelven írt további oszlopokkal, amelyek függvények, operátorok és értékek segítségével végeznek összetett számításokat és lekérdezéseket a kapcsolódó táblákban lévő adatokon, valamint a táblázatos adatmodellekben található oszlopokon. Az így létrehozott adatmodellekből kimutatások (pivot táblák) készíthetők.

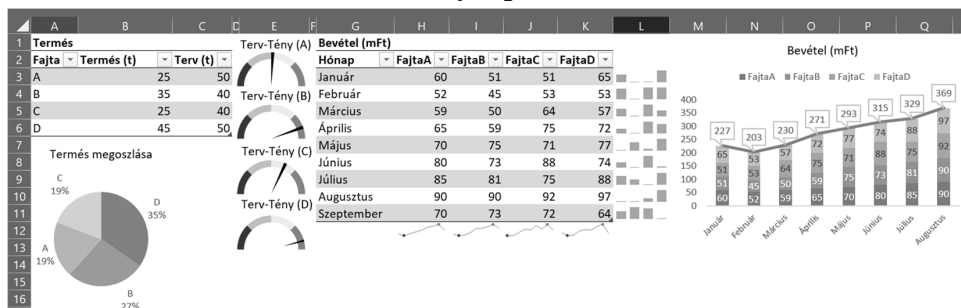
4. ábra: Microsoft Power Pivot for Excel



Forrás: Mintaadatok alapján saját szerkesztés.

A munkalapon található táblázatok, diagramok és objektumok (pl. alakzatok, makrók) felhasználásával „dashboard” – magyar fordításban: *irányítópult* – hozható létre. Ez egy olyan egyképernyős vizuális felület, amely alkalmas arra, hogy segítségével a felhasználó első ránézésre képes legyen figyelemmel kísérni a legfontosabb céljainak, elvárásainak megvalósulását (Few, 2006; Kővári, 2017). Egy egyszerű minta látható az 5. ábrán.

5. ábra: Irányítópult Excelben



Forrás: Mintaadatok alapján saját szerkesztés.

4. Záró gondolatok

A gazdák számára létkérdés, hogy képesek legyenek a döntéseik meghozatalához és a végrehajtás ellenőrzéséhez nélkülözhetetlen adatokat értelmezni, információvá alakítani. Ehhez hatékony segítséget nyújt a Microsoft Excel táblázatkezelő, amely sok esetben ott van a gazda számítógépén, a Microsoft Office az irodai programsomag részeként.

A Microsoft Excelben rendelkezésre álló szolgáltatások folyamatosan fejlődnek, új szolgáltatások jelennek meg, amelyek frissítések, vagy új programverziók formájában válnak elérhetővé. A továbbfejlesztett, illetve új szolgáltatások igénybevételének alapvető feltételei:

(1) Az újdonságot (az új programverziót) be kell szerezni és telepíteni kell. Nem szerencsés, ha a felhasználó 5-10 éves, elavult verziót használ, hiszen ennyi idő alatt nem csak a felhasználói felület változik, a szoftverbiztonsági szempontokról nem is beszélve.

(2) Az új szolgáltatások használatát meg tanulni és csak ezután válik lehetővé a program használata a hatékony információfeldolgozás és döntések támogatása érdekében.

Visszatartó lehet, a gazdálkodó számára, hogy a licenz megvásárlása – a program telepítése, majd karbantartása – költségekkel jár. A program használatának megtanulása időigényes lehet. Autodidakta tanulási mód a felkínált szolgáltatások sokrétűsége miatt nem mindenki számára járható út, a szervezett betanítás (tanfolyam) viszont ismét újabb költséget jelent. És még ezek után sem garantált, hogy a gazda hatékonyan fogja tudni használni a táblázatkezelő szolgáltatásait: előfordulhat, hogy nem rendelkezik a program hatékony használatához (és korlátainak ismeretéhez) szükséges háttértudással; lehet, hogy saját ösztöneiben jobban bízik, mint egy gépben; továbbá a nem megfelelő teljesítményű hardver is akadályozhatja a program lehetőségeinek maradéktalan kiaknázását.

Az előbbieket ellenére elmondható, hogy egy korszerű táblázatkezelő – mint amilyen az Excel – szolgáltatásainak ismerete előnyt jelent a gazda számára, mert a biztosított eszközökkel a hagyományos (korszerűtlen, ösztönökre, intuícióra hagyatkozó) döntések helyett adatokra, információkra alapozott, jobb döntések születhetnek.

Irodalomjegyzék

- Atkinson, R., Shiffrin, R. (1968): Human memory: A proposed system and its control processes. In: Spence, K., Spence, J.(szerk.): *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 2). Academic Press, New York.
- Computer History (n. a.): VisiCalc of Dan Bricklin and Bob Frankston <<https://history-computer.com/visicalc-of-dan-bricklin-and-bob-frankston/>> (2021.05.04.)
- Chikán A. (1978): *Operációkutatás és döntésmélelet II*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Few, S. (2006): *Information Dashboard Design. The Effective Visual Communication of Data*. O'Reilly Media, Inc., Sebastopol.
- Hampel Gy., Heves Cs. (2019): *Informatika alapjai mérnököknek, alapszakos hallgatók számára*. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- Hanyecz L. (1994): *Döntéshozatal. Döntési modellek*. Janus Pannonius Tudományegyetem Egyetemi Kiadó, Pécs.
- Hanyecz L. (1995): *Tervezés és stratégia*. Janus Pannonius Tudományegyetem Egyetemi Kiadó, Pécs.
- Horváth I. (2002): *Közigazgatási szervezés- és vezetéstan*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs.
- Juhász S. (2015): *Vállalati információs rendszerek műszaki alapjai*. Szak Kiadó, Budapest.
- Kacsukné B. L., Kiss T. (2019): *Bevezetés az üzleti informatikába: az e-korszak üzletembere számára*. Online kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest. <https://doi.org/10.1556/9789634544852>
- Kepos, P. (1994): *International Directory of Company Histories*, Vol. 9. St. James Press, Detroit, Mich.

- Kővári A. (2017): Dashboard fogalma. Blog. <<https://www.biprojekt.hu/blog/Dashboard-fogalma.htm>> (2021.05.04.)
- McLeod, S. A. (2008): Information processing. Simply Psychology. <<https://www.simplypsychology.org/information-processing.html>> (2021.05.04.)
- Pincher, A. C. (2021): 10 best spreadsheet software options to try in 2021. JotForm. <<https://www.jotform.com/blog/best-spreadsheet-software/>> (2021.05.04.)
- Power, D. J. (szerk.) (2004): A Brief History of Spreadsheets. DSSResources.COM <<http://www.dssresources.com/history/sshistory.html>> (2021.05.04.)
- Power, D. J., Kaparthy Sh. (2003): Spreadsheets. In: Bidgoli, H. (szerk.): *Encyclopedia of Information Systems*. University of Northern Iowa, USA. 171–186. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227240-4/00165-9>
- Sántáné-Tóth E., Bíró M., Gábor A., Kő A., Lovrics L. (2008): *Döntéstámogató rendszerek*. Panem Kiadó, Budapest.
- Sena, M. (2021): Excel is still popular because it democratised control over data. SENACEA end-to-end spreadsheet solutions. <<https://www.senacea.co.uk/post/excel-users-how-many>> (2021.10.15.)
- Wickens, Ch. D., Hollands, J. G., Banbury, S., Parasuraman, R. (2013): *Engineering Psychology and Human Performance*. Psychology Press, New York.
- WinWorld (n. a.): Microsoft Excel 1.x <<https://winworldpc.com/product/microsoft-excel/1x>> (2021.05.04.)

A HAZAI ÁLLATÁLLOMÁNY STRUKTURÁLIS VÁLTOZÁSÁNAK TERÜLETI ALAKULÁSA

Komarek Levente

SPATIAL STRUCTURAL CHANGES OF LIVESTOCK IN HUNGARY

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet,
Hódmezővásárhely

Absztrakt: Az elmúlt évtizedekben, év különösen az Európai Unióhoz történő csatlakozást követően, a hazai mezőgazdasági termelés jelentős változásokon ment keresztül, amely az állattenyésztés ágazati és területi struktúráját is jelentős mértékben érintette. Ezek a változások szükségessé teszik olyan vizsgálatok elvégzését, amelyek válaszokat adnak arra vonatkozóan, hogy az állattenyésztés ágazati és területi struktúrájában történtek-e pozitív vagy negatív arányváltozások, illetve mely állattenyésztési ágazat súlya és szerepe növekedett vagy csökkent az elmúlt évtizedekben. Az elemzéshez adatforrásként a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) által rendelkezésre álló statisztikai adatokat használtam fel. Az adatokból olyan mutatókat képeztem, amelyek lehetővé tették az egyes állattenyésztési ágazatok időbeni és területi összehasonlító elemzését és a bekövetkezett változások főbb tendenciáinak bemutatását. Ennek alapján a vizsgálat a juh, a sertés, a szarvasmarha és a tyúk állományának adatai képezték a 2000 és 2020 közötti időszakban. A vizsgálatok elvégzéséhez az egyszempontú varianciaanalízist (ANOVA) és Tukey-tesztet alkalmaztam.

Abstract: In recent decades, especially after the accession to the European Union, domestic agricultural production has undergone significant changes, which have notably affected the sectoral and territorial structure of animal husbandry. These changes call for studies that provide answers whether there have been positive or negative changes in the sectoral and territorial structure of livestock production, and which livestock sectors' role has increased or decreased during the past decades. For the analysis, I used the statistical data available from the Central Statistical Office (KSH) as a data source. From the data, I formed such indicators that allowed for a comparative analysis of the individual livestock sectors over time and area and to present the main trends of the changes that took place. Based on these, sheep, pig, cattle and hen stock data were analysed during the period between 2000 and 2020. One-way analysis of variance (ANOVA) and also Tukey test were applied to perform the research data.

Kulcsszavak: állatállomány, juh, sertés, szarvasmarha, tyúk, régió, Magyarország

Keywords: livestock, sheep, pig, cattle, hen, region, Hungary

1. Bevezetés

A 80-as évek közepén a mezőgazdaságunk számos mutatóját tekintve a világ élvonalába tartozott annak ellenére, hogy a hozamok, az előállítási költségek, illetve a termelési struktúra, a piacokhoz való alkalmazkodás gyorsasága, az élelmiszergazdasági vertikum elemei közti összhang megteremtése terén még sok tennivalónk volt. Az 1980-as évek közepéig az egyenlőtlen ütem ellenére is lendületes fejlődést tapasztalhattunk, majd azt követően különböző feszültségek, egyensúlytalanságok jellemezték a magyar agráriumot. A rendszerváltozáskor a válság jeleivel küszködő agrárágazat és ezen belül az állattenyésztés egyre nehezebb helyzetbe került. A mezőgazdasági nagyüzemek jelentős része szétesett, a termőföld

nagy része magántulajdonba került. Visszaesett a termelés volumene, heterogénebb lett az összetétele, esetenként irracionálissá vált a termelés struktúrája, értékesítési nehézségek adódtak stb. Csökkent a jövedelmezőség az állattenyésztés területén általában, sőt egyes tevékenységek már ráfizetessé váltak. A gazdálkodók tőkehiánya, a termelés szervezetlensége, az életszínvonal csökkenés miatti belső fogyasztás visszaesése egyes termékekből eladhatatlan mennyiséget produkált, ami az egyébként is alacsony jövedelmezőséget tovább rontotta. Az alacsony jövedelmezőségi szint indokolatlan termelés-visszaeséseket eredményezett, továbbá oda vezetett, hogy az állatállományunk létszáma soha nem tapasztalt mélységbe zuhant. Napjainkban, az állattenyésztés területén pozitív irányú változások kezdenek körvonalazódni, ami az állatállományunk hosszabb távú növekedését is eredményezheti (Abonyiné et. al., 2005, 2007; Komarek, 2008a)

A rendszerváltozás és a piacgazdaságra való átállás jelentős változásokat indukált a magyar mezőgazdaságban és ezen belül az állattenyésztés valamennyi ágazatában (Komarek, 2003).

A jelentős változásokat megelőző, s abból valamelyest éledezni látszó agráriumot újabb kihívás elé állította a 2004-es Európai Unióhoz történő csatlakozás. A mezőgazdaság két ágazatának az egymáshoz viszonyított egyensúlyi helyzete fokozatosan megváltozott. Az állattenyésztésnek a növénytermesztést meghaladó csökkenése miatt 2007-ben már a növénytermesztés került előtérbe. Napjainkban a két főágazat egymáshoz viszonyított aránya érdemben nem változott, továbbra is a növénytermesztés a meghatározó (Komarek, 2004, 2008b, 2011).

A mezőgazdaság átalakulása nem egyformán érintette az egyes térségeket, bár mindenhol csökkent a mezőgazdasági termelés, mérséklődött a GDP-hez való hozzájárulás, de a mezőgazdasági jellegű régiók továbbra is megtartották vezető pozíciójukat többek között az állattenyésztés területén is (Komarek, 2007, 2008c).

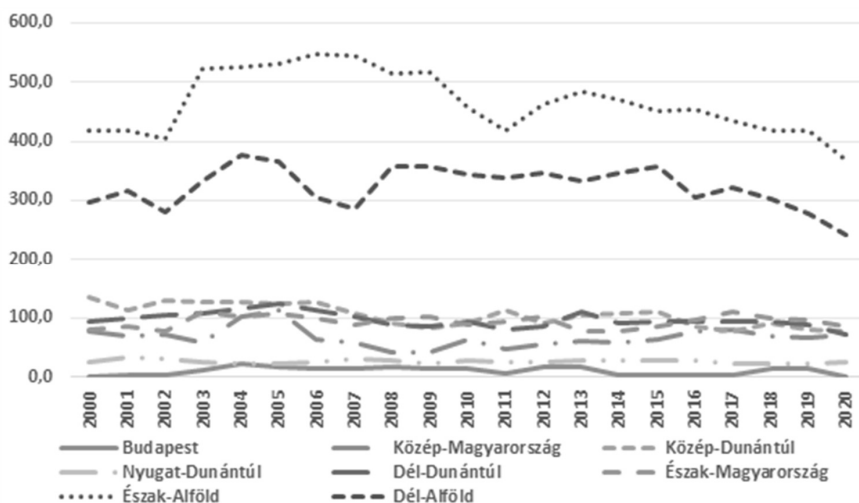
A juhtenyésztés hazánkban kisebb jelentőségű, de volumene változó tendenciát mutat. A vizsgált időszakban 2000-től 2005-ig (kivétel a 2002-es év) növekedés, 2005-től napjainkig, ha kisebb hullámmzással is, de sajnos csökkenés figyelhető meg. Az elmúlt 20 évet figyelembe véve juhállományunk 2020-ra érte el mélypontját. A korábban szebb napokat látott juhtenyésztésünk állatállománya 2020-ban 943,8 ezer darab volt. A bázisévhez (2000) képest a tárgyévre (2020) 16 százalékpontos csökkenés következett be ezen a téren.

A juhtenyésztés területén az alföldi régiók szerepe a meghatározó. 2020-ban hazánk juhállományának 64,7%-án az Észak-Alföldi- és a Dél-Alföldi régió osztozott. Ez igen jelentős területi koncentrátságot mutat. A juhállomány esetében a felső szélsőértéket az Észak-Alföldi régió (368,7 ezer darab – 39,1%), míg az alsó szélsőértéket Budapest (1,6 ezer darab – 0,2%) képviselte (1. ábra).

Hazánk állattenyésztésében a sertésenyésztés kiemelkedő szerepet játszik. Ennek ellenére az elmúlt 20 év során jelentős változások jellemezték a hazai sertésállomány alakulását. A sertésállomány létszáma 2000-ben 4833,9 ezer darab volt, ami 2020-ra 2850,2 ezer darabra csökkent. Ez mintegy 59 százalékpontos csökkenést jelent.

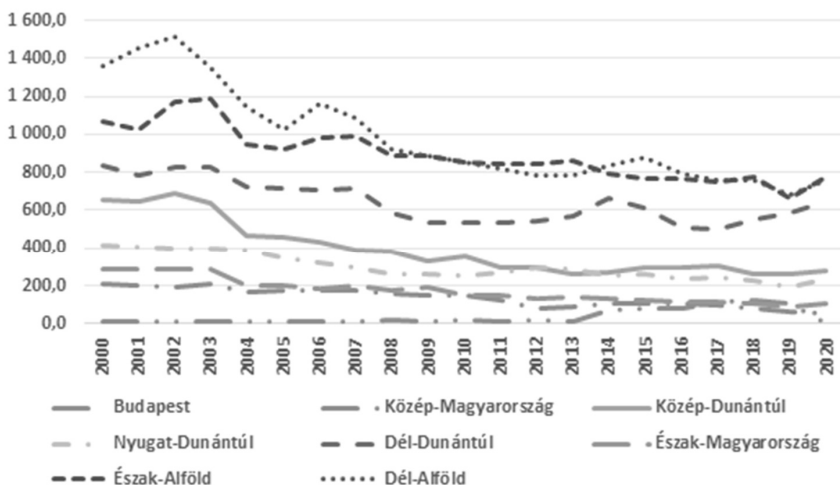
A juhállományhoz hasonlóan az alföldi területek adják hazánk sertésállományának jelentős részét (53,8%). Ha az alsó és felső szélsőértéket vizsgáljuk, akkor a juhállományhoz hasonló helyzet jellemző. A sertésállomány esetében a régiók közül a felső szélsőértéken az Észak-Alföldi régió (778,5 ezer darab – 27,3%), míg az alsó szélsőértéket Budapest (1,4 ezer darab – 0,05%) képviseli (2. ábra).

1. ábra: A hazai juhállomány régiók szerinti alakulása (2000-2020) (ezer db)



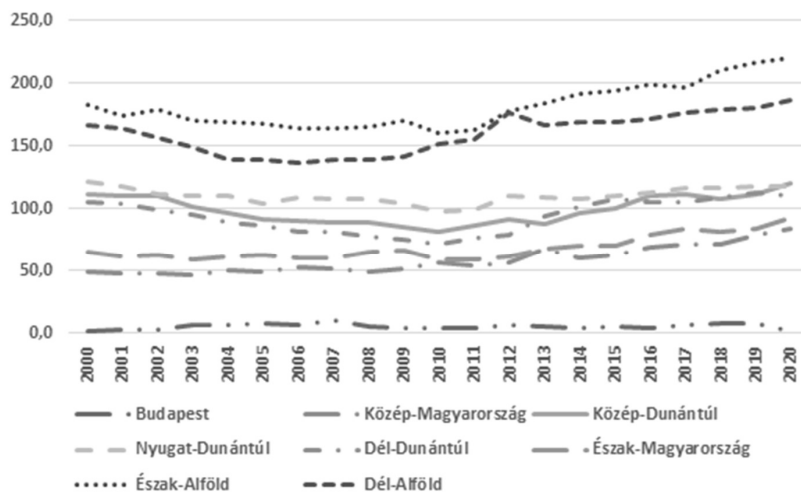
Forrás: A szerző saját szerkesztése KSH adatok alapján

2. ábra: A hazai sertésállomány régiók szerinti alakulása (2000-2020) (ezer db)



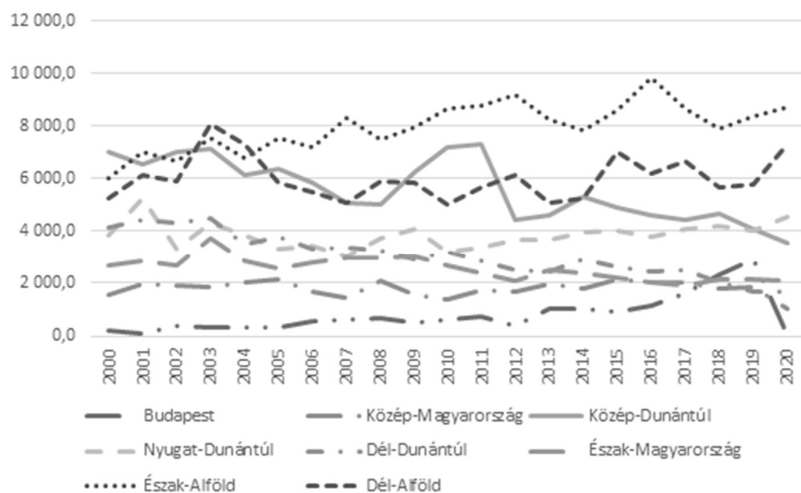
Forrás: A szerző saját szerkesztése KSH adatok alapján

3. ábra: A hazai szarvasmarha-állomány régiók szerinti alakulása (2000-2020) (ezer db)



Forrás: A szerző saját szerkesztése KSH adatok alapján

4. ábra: A hazai tyúkállomány régiók szerinti alakulása (2000-2020) (ezer db)



Forrás: A szerző saját szerkesztése KSH adatok alapján

A hazai szarvasmarha-állomány helyzete a vizsgált időszakban hektikusan alakult, de tendenciáját tekintve növekedést mutatott. 2000-ben az állomány létszáma 805,3 ezer darab volt, amely állomány 2010-ig kisebb ingadozással, de csökkent. Hazánk szarvasmarha-állománya 2010-ben érte el mélypontját (682,3 ezer darab). Ezt követően az állomány volumenében az elmúlt 10 év során évről-évre növekedés tapasztalható. 2020-ra az állomány 932,9 ezer darab volt. A

bázisévhez (2000) képest a tárgyévre (2020) 16 százalékpontos növekedés következett be ezen a téren.

A szarvasmarha-állomány 43,5%-a az Észak-Alföldi- és a Dél-Alföldi régióban található. Regionális szinten a felső szélsőértéket az Észak-Alföldi régió (220,3 ezer darab – 23,6%), az alsó szélsőértéket pedig szintén Budapest (2,0 ezer darab – 0,2%) képviseli (3. ábra).

A tyúkállomány volumene 2000-2020 között változó volt, de az elmúlt éveket illetően inkább a csökkenő tendencia jellemezte. A bázisévhez (2000) képest a tárgyévre (2020) 6 százalékpontos csökkenés következett be ezen a téren.

A tyúkállomány esetében az alföldi régiók mellett (Észak- és Dél-Alföld) a Közép-Dunántúli régió rendelkezik nagyobb állománnyal. De míg az alföldi megyék esetében az elmúlt években az állatállomány növekedése tapasztalható, addig a Közép-Dunántúli régió esetében jelentős állatállomány csökkenésnek lehetünk tanúi. A Közép-Dunántúli régióban 2000-ről 2020-ra 51,0%-kal csökkent az állomány létszáma. Ezzel szemben az Észak-Alföldi régióban 2000-ről 2020-ra 44,3%-kal, a Dél-Alföldi régióban pedig 39,7%-kal növekedett. Napjainkban az állomány 55,5%-át a két alföldi régió biztosítja. A tyúk állományának alakulásában a régiók közül a felső szélsőértéken az Észak-Alföldi régió (8724,5 darab – 30,2%), az alsó szélsőértéken pedig Budapest (15,6 ezer darab – 0,05%) állt (4. ábra).

Az elmúlt két évtizedben állatállományunk alakulásának olykor kedvezőtlen tendenciái sok esetben a magas takarmányárakkal, az alacsony felvásárlási árakkal, az egyre nehezebb értékesítési lehetőségekkel, a folyamatosan beáramló olcsó, gyengébb minőségű külföldről importált termékekkel magyarázható. Így hazánkban jelenleg az állattenyésztés sok esetben csak veszteségesen működő esetenként leépülést fontolgató tevékenységnek számít.

Hazánk állatállományát tekintve elmondhatjuk, hogy az alföldi területeknek (Észak- és Dél-Alföldi régió) az állattenyésztés területén a nehézségek ellenére még napjainkban is jelentős szerepe van, mivel az előbbi két régió esetében az állatállomány országosból való részesedése - a szarvasmarha-állományt leszámítva - meghaladja az 50%-ot. Ez azt feltételezi, hogy az állatállományunk egyre inkább a területi koncentráció irányába hat.

2. Anyag és módszer

A vizsgálatok elvégzéséhez az egyszempontú varianciaanalízist (ANOVA) és Tukey-tesztet alkalmaztam.

Az egyszempontú varianciaanalízist (ANOVA) azon célból alkalmaztam, hogy kiderítsem, vajon a különböző régiók szerinti csoportok átlagos állatállomány értékei szignifikánsan eltérnek-e egymástól. Pl. az egyes régiók, mint csoportok állatállomány átlagai közötti szignifikáns eltérések rávilágíthatnak az egyes régiók állatállomány számot befolyásoló környezeti és társadalmi tényezői közötti markáns eltérésekre (Bolla et. al., 2012).

F-próbát hajtottam végre annak érdekében, hogy ellenőrizsem, az egyes régiók átlagos állatállomány értékei közötti eltérés szignifikáns-e. Ha ez az eltérés szignifikáns, akkor az alkalmazott teszt alapján elutasítjuk a 0-hipotézist. Ekkor a

Tukey-féle tesztet hajtjuk végre annak megállapítására, hogy az egyes régiók állatállomány átlagai konkrétan mely régiók közötti páronkénti összehasonlításban mutatnak szignifikáns eltérést (Tukey, 1953). Ez a teszt jól viselkedik mind az elsőfajú hibák felhalmozódása, mind pedig a teszt erőssége tekintetében. (Ha az ANOVA alkalmazásakor teljesül a 0-hipotézis, akkor a Tukey-tesztet nincs értelme elvégezni.) A Tukey-féle utólagos teszt végrehajtásakor először megkapjuk az összes régió állatállomány átlagai közötti differenciákat. Ezeket a differenciákat összevetjük egy kritikus értékkel, hogy megállapíthassuk vajon azok szignifikánsak-e. Ha az állatállomány átlagok eltérése ennél az értéknél nagyobb, akkor az már ténylegesen szignifikáns differencia. A Tukey-teszt az egyes régiók állatállomány átlagai szerinti páronkénti összehasonlításakor a mindenkor adott két régió ún. egyedi hatása mellett a többi csoport ún. közös hatását is figyelembe veszi (Makra et. al., 2010, 2011; Matyasovszky et. al., 2011).

A teszt elvégzése során először meghatároztam minden lehetséges régió-pár állatállomány átlagainak az eltérését, majd ezeket a különbségeket összehasonlítottam a következő statisztikával:

$$HSD := q \sqrt{\frac{MS_w}{n}} \quad (1)$$

Az (1) egyenletben q a megfelelő szabadsági fokú studentizált értékkészlet-statisztika. Ennek értéke táblázatból kikereshető. Az MS_w értéke pedig – az ANOVA eljárásból ismert – csoporton belüli átlagos négyzetes eltérés, n pedig a csoporton belüli mintaelemek száma (Tukey, 1953, Makra et. al., 2013, 2016).

3. Eredmények és értékelésük

Összehasonlítottam a juh, a sertés, a szarvasmarha és a tyúk területegységre jutó állatállományát Magyarország hét tervezési-statisztikai régiójában, valamint Budapest főváros adatai alapján. Magyarország hét régióra való felosztása elsősorban az Európai Unió statisztikai alapú támogatási rendszere (NUTS) miatt jött létre az 1999. évi XCII. törvény alapján, amely a 1996. évi XXI. törvény módosítása.

Célom az volt, hogy meghatározzam: a vizsgált régiók páronkénti összehasonlításában az állatállomány számában kimutatható-e szignifikáns különbség. Az eredmények tájékoztatást nyújtanak arra vonatkozóan, hogy a vizsgált tervezési-statisztikai régiókban az állatállományok természeti és társadalmi telepítő tényezői között lehetséges-e lényeges eltérés.

Magyarország hét tervezési-statisztikai régiója, kiegészülve Budapesttel az állatállományok összesen $\binom{8}{2} = 28$ db régiók közötti páronkénti összehasonlítására nyújt lehetőséget. E 28 db páronkénti összehasonlításból 24 db szignifikáns a juh- és a sertésállomány esetében (85,7%) (5-6. ábra), 25 db szignifikáns a szarvasmarha állomány esetében (89,3%) (7. ábra) és 17 szignifikáns a tyúkállomány esetében (60,7%) (8. ábra). A juhállományt tekintve a nem szignifikáns páronkénti

kapcsolatok a következők: Budapest főváros régió és Nyugat-Dunántúl; Közép-Dunántúl és Dél-Dunántúl; Közép-Dunántúl és Észak-Magyarország; valamint Dél-Dunántúl és Észak-Magyarország (5. ábra). A sertés esetében a következő régiók állományszámai nem különböznek szignifikánsan egymástól: Budapest főváros régió és Pest megye régió; Pest megye régió és Észak-Magyarország; Közép-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl; továbbá Észak-Alföld és Dél-Alföld (6. ábra). A szarvasmarha állományt tekintve, nem szignifikáns eltérések tapasztalhatók a következő régiók között: Pest megye régió és Észak-Magyarország; Közép-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl; továbbá Közép-Dunántúl és Dél-Dunántúl (7. ábra). A tyúkállomány számát tekintve az egyes régiók közötti következő páronkénti összehasonlításban nem lépnek fel szignifikáns eltérések: Budapest főváros régió és Pest megye régió; Budapest főváros régió és Dél-Dunántúl; Budapest főváros régió és Észak-Magyarország; Budapest főváros régió és Nyugat-Dunántúl; Budapest főváros régió és Dél-Dunántúl; Budapest főváros régió és Észak-Magyarország; Közép-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl; Közép-Dunántúl és Dél-Alföld; Nyugat-Dunántúl és Dél-Dunántúl; Nyugat-Dunántúl és Észak-Magyarország; továbbá Dél-Dunántúl és Észak-Magyarország (8. ábra).

Ezek az eredmények feltételezik, hogy a természeti és társadalmi tényezők a legkevésbé meghatározóak a tyúkállomány tervezési-statisztikai régiói közötti páronkénti összehasonlításokban. Ugyanakkor, a juh-, a sertés- és a szarvasmarha-állományok esetében a természeti és a társadalmi környezet fontosabb szerepet játszik (5-8. ábra).

5. ábra: A juhállomány (ezer db), Magyarország tervezési-statisztikai régió szerint, 2000-2020, Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.05$ valószínűségi szinten; X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A							
B	X							
C	X	X						
D		X	X					
E	X	X		X				
F	X	X		X				
G	X	X	X	X	X	X		
H	X	X	X	X	X	X	X	

A: Budapest főváros régió; B: Pest megye régió; C: Közép-Dunántúl; D: Nyugat-Dunántúl; E: Dél-Dunántúl; F: Észak-Magyarország; G: Észak-Alföld; H: Dél-Alföld;

Forrás: A szerző saját számítása KSH adatok alapján

6. ábra: A sertésállomány (ezer db), Magyarország tervezési-statisztikai régió szerint, 2000-2020, Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.05$ valószínűségi szinten; X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A						
B							B
C	X	X					C
D	X	X	X				D
E	X	X	X	X			E
F	X		X	X	X		F
G	X	X	X	X	X	X	G
H	X	X	X	X	X	X	H

A: Budapest főváros régió; B: Pest megye régió; C: Közép-Dunántúl; D: Nyugat-Dunántúl; E: Dél-Dunántúl; F: Észak-Magyarország; G: Észak-Alföld; H: Dél-Alföld;
Forrás: A szerző saját számítása KSH adatok alapján

7. ábra: A szarvasmarha-állomány (ezer db), Magyarország tervezési-statisztikai régió szerint, 2000-2020, Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.05$ valószínűségi szinten; X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A							
B	X	B						
C	X	X	C					
D	X	X		D				
E	X	X		X	E			
F	X		X	X	X	F		
G	X	X	X	X	X	X	G	
H	X	X	X	X	X	X	X	H

A: Budapest főváros régió; B: Pest megye régió; C: Közép-Dunántúl; D: Nyugat-Dunántúl; E: Dél-Dunántúl; F: Észak-Magyarország; G: Észak-Alföld; H: Dél-Alföld;
Forrás: A szerző saját számítása KSH adatok alapján

8. ábra: A tyúkállomány (ezer db), Magyarország tervezési-statisztikai régió szerint, 2000-2020, Tukey teszt alapján (X: szignifikáns a $p < 0.05$ valószínűségi szinten; X: szignifikáns a $p < 0.01$ valószínűségi szinten)

	A							
B								
C	X	X						
D	X							
E			X					
F			X					
G	X	X	X	X	X	X	X	
H	X	X		X	X	X	X	

A: Budapest főváros régió; B: Pest megye régió; C: Közép-Dunántúl; D: Nyugat-Dunántúl; E: Dél-Dunántúl; F: Észak-Magyarország; G: Észak-Alföld; H: Dél-Alföld;
 Forrás: A szerző saját számítása KSH adatok alapján

4. Következtetések és javaslatok

Összességében elmondható, hogy napjainkban az állattartás helyzete nem mondható kedvezőnek. A rendszerváltás eredményeként a teljes mezőgazdaság jelentős veszteséget szenvedett, az állattartás viszont lényegesen nagyobb, mint a növénytermelés. Az Európai Unióhoz történt csatlakozást követően a visszaesés az állatállománynál tovább folytatódott, a hozamok viszont csak kevésbé javultak. Ennek okai sokrétűek, de talán a legfontosabb a szükséges korszerű gépek és berendezések, valamint az ezek működését segítő épületek hiánya, illetve az, hogy ezek beszerzésére és gazdaságos üzemeltetésükre a kisebb állatlétszámú telepeken nem volt lehetőség. További problémát jelent a saját takarmánytermő területek hiánya, valamint a takarmányok kedvezőtlen és olykor kiszámíthatatlan áringadozása, de e mellett a szakmai hiányosságok, a nagyobb volumenű beruházások elmaradása, esetenként az élő állatok felvásárlási árának jelentősebb ingadozása, az EU-s állatjóléti és környezetvédelmi követelmények kielégítésének magas költségvonzata is. A jövőben fontos feladat lenne, az állatállomány csökkenésének megállítása, de az állatlétszám növelése és a hozamok javítása főleg azokban a térségekben, amelyekben az állattenyésztésnek igen jelentős hagyományai vannak.

Az elmúlt 20 év állatállomány létszámának alakulását figyelembe véve megállapítható a területi és ágazati koncentrálódás. Az állattartás területi és ágazati koncentrálódása azt mutatja meg, hogy pl. a nagyobb telepek könnyebben és fajlagosan olcsóbban gépesíthetők, ezzel a dolgozók számára elfogadhatóbb munkafeltételeket biztosítanak. Az állattenyésztésre specializálódott telepek eredményesebben üzemeltethetők, ezért versenyképesebbek. A „háztáji” állattartás mellett inkább a nagyobb telepek létrehozását és bővítését kellene továbbra is szorgalmazni, mert szakmai, technikai, gazdasági, egészségügyi és környezetvédelmi szempontok szerint egyaránt csak e telepeknek van nagyobb esélyük hosszú távon a versenyképes és gazdaságos működésre. Ez annál is inkább

indokolt, mert a fejlettebb mezőgazdasággal rendelkező nyugat-európai országok e téren is olykor előttünk járnak.

Irodalomjegyzék

- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2005): *Jegyzet Magyarország társadalomföldrajza tanulmányozásához*. JATEPress Kiadó, Szeged.
- Abonyiné Palotás J., Komarek L. (2007): Dél-Alföld gazdasági helyzete és a kilábalás lehetőségei. *Területi Statisztika*, 10 (47) (6) 586–594.
- Bolla M., Krámlí A. (2012): *Statisztikai következtetések elmélete. (Theory of statistical conclusions.)* Typotex, Budapest.
- Komarek L. (2003): Baromfiágazati diagnosztika. *Magyar Mezőgazdaság*, 43 18–19.
- Komarek L. (2004): A tágabb értelemben vett húsipar árualapjának változása a Dél-Alföldön, különös tekintettel a rendszerváltozás utáni időszakra. 181-186. In.: Abonyiné Palotás J. – Komarek L. (szerk.): *40 éves a Szegedi Tudományegyetem Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék*. Gold Press, Szeged.
- Komarek L. (2007): A Dél-Alföldi régió súlyának, szerepének alakulása a hazai agrártermelésben. *Comitatus – Önkormányzati Szemle*, 17 (9) 52-64.
- Komarek L. (2008a): Állatállományunk alakulása. *Magyar Mezőgazdaság*, 63 (14) 16-17.
- Komarek L. (2008b): A hazai állatállomány alakulásának főbb jellemzői. *A Földrajz Tanítása*, 16 (4) 13-19.
- Komarek L. (2008c): *A Dél-Alföld agrárszerkezetének sajátosságai*. Csongrád Megyei Agrár Információs, Szolgáltató és Oktatásszervező Kht, Szeged.
- Komarek L. (2011): A hazai húsipari árualap abszolút specializációjának és koncentrációjának időbeni és területi alakulása. *Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle*, 6 (2) 239-245.
- Makra L., Sánta T., Matyasovszky I., Damialis A., Karatzas K., Bergmann K. C., Vokou D. (2010): Airborne pollen in three European cities: Detection of atmospheric circulation pathways by applying three-dimensional clustering of backward trajectories. *Journal of Geophysical Research-Atmosphere*, 115 1-16 D24220
- Makra L., Matyasovszky I., Guba Z., Karatzas K., Anttila P. (2011): Monitoring the long-range transport effects on urban PM10 levels using 3D clusters of backward trajectories. *Atmospheric Environment*, 45 2630-2641.
- Makra L., Ionel I., Csépe Z., Matyasovszky I., Lontis N., Popescu F., Sümeghy Z. (2013): Characterizing and evaluating the role of different transport modes on urban PM10 levels in two European cities using 3D clusters of backward trajectories. *Science of the Total Environment*, 458-460 36-46.
- Makra L., Matyasovszky I., Tusnády G., Wang Y. Q., Csépe Z., Bozóki Z., Nyúl G. L., Erostyák J., Bodnár K., Sümeghy Z., Vogel H., Pauling A., Páldy A., Magyar D., Mányoki G., Bergmann K. C., Bonini M., Šikoparija B., Radišić P., Gehrig R., Kofol Seliger A., Stjepanović B., Rodinkova V., Prikhodko A., Maleeva A., Severova E., Ščevková J., Ianovici N., Peternel R., Thibaudon M., (2016): Biogeographical estimates of allergenic pollen transport over regional scales: common ragweed and Szeged, Hungary as a test case. *Agricultural and Forest Meteorology*, 221 94-110.
- Matyasovszky I., Makra L., Bálint B., Guba Z., Sümeghy Z. (2011): Multivariate analysis of respiratory problems and their connection with meteorological parameters and the main biological and chemical air pollutants. *Atmospheric Environment*, 45 4152-4159.
- Tukey J. W. (1953): *The problem of multiple comparisons*. Unpublished manuscript. In: H.I. Braun (ed.), *The Collected Works of John W Tukey VIII. Multiple Comparisons: 1948-1983*. Chapman and Hall, New York.

GAZDÁLKODÁS ÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS KAPCSOLATA

Kujáni Katalin¹ – Ferencz Árpád² – Csiba Anita²

THE LINK BETWEEN FARMING AND CLIMATE CHANGE

¹Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Agrárökonómiai és Vidékfejlesztési Tanszék, Kecskemét

²Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Hódmezővásárhely

Absztrakt: Munkánkban a klimatikus változások hatásait vizsgáljuk a mezőgazdaságra, ahol a leginkább érezhetőek a szélsőséges időjárási viszonyok. Vizsgálati területként a magyar Homokhátságot választottuk, mert itt változatos mezőgazdasági termelés folyik és az ország ezen részét érinti leginkább az éghajlatváltozás. A Homokhátság Magyarország jelentős részét foglalja el és mindig is jelentős mezőgazdasági termelés folyt itt, létrehozva és fenntartva a tanyasi gazdaságokat, melyek meghatározzák az magyar Alföld arculatát. Helyi gazdálkodókkal készített interjúk segítségével bemutatjuk az éghajlatváltozás lokális hatásait, majd a bekövetkezett, illetve a jövőben várható károk enyhítésére tett intézkedéseket a vizsgált tanyasi gazdaságokban.

Abstract: In our work, we examine climate change in Hungary, projecting it into agriculture where extreme weather conditions are most noticeable. As a testing area, we chose the Hungarian Sand Dunes area because of the diversified agricultural production here and because this part of the country is most affected by climate change. The Homokhátság occupies a significant part of Hungary and has always been a major agricultural production centre. The homestead farms established here define the image of the Hungarian Great Plain. Interviews with local farmers provide an overview of the local impacts of climate change and measures to mitigate the expected and future damages in the farms surveyed.

Kulcsszavak: Klímaváltozás, tanyasi gazdálkodás, kárenyhítési lépések

Keywords: climate change, farm management, mitigation steps

1. Bevezetés

A klímaváltozást és a globális felmelegedést napjainkban gyakran használják szinonim fogalmakként, hiszen a fogalmak között ok-okozat összefüggés van. Mindkét megfogalmazás helyes, mivel mindkettő alapvetően a megváltozott éghajlati tényezőkre utal. Alapvető különbség, hogy a klímaváltozás (éghajlatváltozás) főként a természetes folyamatokat írja le, addig a globális felmelegedés elsősorban az ember által okozott változásokat foglalja össze (<http://www.metnet.hu/?m=kislexikon&id=340> last access 20/09/2018).

A klímaváltozás egy olyan természetes folyamat, melyben ciklikusan követik egymást a felmelegedő és lehűlő időszakok (Renner, 2013). Főleg az emberi tevékenység okozta a globális felmelegedést, ami már semmiképpen nem sorolható a természetes folyamatok közé. A fosszilis energiahordozók (szén, kőolaj, földgáz) intenzív felhasználása óta – az ipari forradalom kezdetétől – földünk légköre melegszik, aminek ma már drámai következményei vannak (Reményi, 20210).

A globális felmelegedés nyomán megolvad a sarkkörüi jég, hatására a tengervízszint megemelkedik és a felengedett talaj szerkezetének megváltozása miatt

bekövetkezik a fokozott talajerózió. A növekvő olvadt víztömeg hatására megnő a párolgás, ami miatt megváltozik az időjárás is. Ez világszerte magával vonzza a szélsőséges viharok-, erősödő hurrikánok-, hektikus ciklonok kialakulását. A viharok nyomán hirtelen lezúduló, hatalmas mennyiségű csapadék pusztító árvizekhez és talajerózióhoz vezet (Rakonczai et al., 2012).

A klímaváltozásból eredő globális probléma összetettségét az adja, hogy nem elégséges, helyileg vagy nemzeti szinten kezelni a problémát, mivel a légkör és a földfelszín melegekedése a föld minden országát érinti. Mindez súlyos élelmiszertermelési, vízgazdálkodási, energia, politikai, egészségügyi hatásokat is jelent. Mindezek következménye az egyes elszivatagosodott területekről való elvándorlás (migráció), a gazdasági bevándorlók a fejlett európai országokra való rázúdulása, ami társadalmi, politikai feszültségeket okoz (Hajós-Dolmány, 2001).

A klímaváltozásnak a mezőgazdaság a legkiszolgáltatottabb ágazat, elsősorban a csökkenő termelési hozamok-, termés kiesések miatt. A csapadékszegény időjárás és a csapadék időbeni eltolódása, kiszámíthatatlansága fokozott öntözési feladatot jelent (Birkás, 2011).

A hagyományos gazdálkodással előállított mezőgazdasági termények már nem hoznak elfogadható mennyiségű és minőségű termést, ami új szárazságot tűrő fajok kifejlesztését, alkalmazását igényli. Növekszik a költség, ami azonnal jelentkezik a megtermelt élelmiszer árában (Sóvágyó et al., 20214). A magasabb hőmérsékletű téli időszakokban a kórokozók és kártevők jobban áttelelnek, és az ellenük való védekezés a következő termelési ciklusban további költségeket igényel (Terbe et al., 2011). Az éghajlatváltozás Magyarországon is erőteljesen jelentkezik. Az előrejelzések szerint a globális felmelegedés hatására fagykárokról, szélviharokról, erdőtüzekre, a hirtelen jövő nagy mennyiségű csapadékokra lehet számítani (Bartholy – Kern, 2008).

Magyarországon a nyár szárazzabbá válása tovább rontja a növénytermesztés esélyeit, fő probléma a vízhiány pótlása. A növekvő napos órák kedvező hatásai nem tudnak hasznosulni a kevés csapadék miatt, sőt súlyos károkkal kell számolni. Kánikulában jelentősen megnő a vízfelhasználás, amit a csökkenő csapadék- és a vízkészletek növekvő párolgása miatt kevesebb vízből kellene fedezni. Az aszályos időszakokban a termőtalaj nedvessége lecsökken, melynek velejárója a talajvíz szintjének lesüllyedése is (Harnos – Csete, 2008).

Munkánkban nem a változáshoz vezető út problémakörét, hanem inkább a kialakult helyzethez való alkalmazkodást vizsgáljuk.

2. Anyag és módszer

2.1. A Homokhátság jellemzői

A Homokhátság Magyarországon a Duna–Tisza köze síkvidéki kistájain helyezkedik el, kiterjedése közel 10 000 négyzetkilométer, tengerszint feletti magassága 80-140 méter. A Homokhátság mintegy 15 járás területén ível át és összességében 117 település található itt. Az erdőirtások következményeként nőtték a termőterületek, a legelők mennyisége, ugyanakkor ez hozzájárult a talajfelszín

eróziójához is. A másik jelentős talajalakító körülmény a folyók szabályozása volt, melyek eredményeképpen teljesen megváltozott az Alföld tájképe és vele együtt a vízviszonyai is. Az évtizedek alatt végbemenő talajátalakulás és a klímaváltozás együttes hatásai mára már komoly problémákat vetnek fel a térség vízellátására. A globális felmelegedés hatása itt érezhető leginkább. A változó éghajlat mediterrán vonásokat vesz fel, hatására egyre forróbbak és szárazabbak a nyarak, így a szárazosodásnak indult talaj felgyorsult ütemben veszít vízháztartásából. A térség jelentős része homokos talajon terül el, emellett található még itt szikes, réti és erdőtalaj is. A főként homokos talajnak köszönhetően a terület vízelnyelő képessége nagy, azonban a vízraktározó és vízmegtartó képessége igen gyenge. A Homokhátság szikes területei alkalmatlanok a mezőgazdasági művelésre a magas sótartalmuk miatt. A tanyasi településtípus kifejezetten a Homokhátság térségére jellemző. A mezőgazdasági funkcióval rendelkező tanyák száma időről-időre csökken. A fiatalok számára kevésbé vonzó ez az életforma, másik ok a mezőgazdaság jelenlegi rossz jövedelmezősége ezen a területen. Ennek ellenére a homokhátsági tanyák közel fele azonban még mindig rendelkezik mezőgazdasági funkcióval, melyen belül a kistermelés a jellemző.

2.2. Vizsgálati módszerek

Szekunder kutatásra alapozva a primer kutatást az interjú készítés módszerével folytattuk. A klímaváltozás hatásait a mezőgazdasággal foglalkozó termelőktől kérdeztük személyes interjú formájában. Törekedtünk arra, hogy a legilletékesebb személyektől kapjunk válaszokat. Az interjú félig strukturált kérdések megválaszolását foglalta magában, de a kérdések mindegyikénél lehetőséget adtunk arra is, hogy a válaszadók kötetlen formában személyes észrevételeiket is megfogalmazzák. Összesen 42 tanyasi, több évtizedes múlttal rendelkező gazdaságot kerestünk fel, amelyek jellemzően másod-, harmad generációs vállalkozások. Egy kialakult termelési rendszerrel rendelkeznek, így az abban bekövetkezett változásokat eredményesen lehet vizsgálni. A legkisebb vállalkozás 3 hektáron-, a legnagyobb 180 hektáron folytatja a termelést. Főleg a szántóföldi növénytermesztés a jellemző, jelentős a szőlő és a gyümölcsstermesztés, több állattenyésztéssel foglalkozó gazdaságot is felkerestünk.

A vizsgált területként választott Homokhátság több szempontból is ideális a kutatás szempontjából. Magyarországon ez az a terület, amely klímaérzékenységet tekintve az első helyen áll, másrészt ezen a tájegységen maradt fent a tanyasi gazdaságokban folyó mezőgazdasági termelés.

3. Eredmények és értékelésük

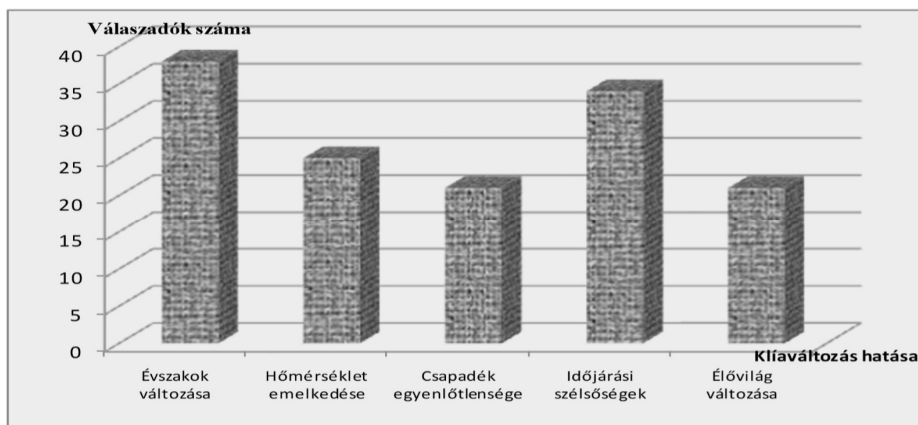
Kutatásunkban számos kérdésre kerestük a választ, amelyekből csak a legfontosabb eredményeket emeljük ki.

3.1. A klímaváltozás hatásának értékelése a Homokhátságon

A válaszadók mindegyike tisztában van a klímaváltozással, a kirívó időjárási viszonyok tapasztalatairól is egyöntetű válaszokat kaptunk. Az *1. ábra* szerint a

termelők egymástól függetlenül közel ugyanazokat a jelenségeket sorolták fel. Az első és leginkább érezhető hatásnak tekintik az évszakok megváltozását. Különös jelentőségűnek tartják, hogy a téli hónapok enyhék és sokszor fagymentesek, melyek kihatással vannak a következő évi termésre. A térségben már megfigyelhető az aszályosodási folyamat, mely az idő előrehaladtával elsivatagosodásához vezethet.

1. ábra: A klímaváltozás hatásának értékelése



Forrás: A szerzők saját szerkesztése

Az utóbbi évek tendenciája azt mutatja a megkérdezettek szerint, hogy a betakarítás időszakában is számolni kell jelentős veszteségekkel a csapadékeloszlás egyenetlensége miatt. Ez a jelenség sokszor kihatással van az őszi talajmunkákra is. A gazdák szerint a második leggyakrabban észlelt változás az időjárási jelenségek szélsőségeiben mutatkozik meg. A hirtelen kialakuló viharok ellen, melyeket sokszor jégeső kísér, egyszerűen nem lehet védekezni, már nem csak tavasszal, hanem nyár elején kell jégverésre számítani. A szeszélyes időjárás másik velejárója a hirtelen, átmenet nélküli 10-15 0C-os hőmérsékletingadozás. A hőmérséklet emelkedése a gazdálkodók több mint fele szerint a klímaváltozásnak köszönhető. Sajátos, hogy először nem a nyári forróságot említették, hanem a telek enyhességét emelték ki. A csapadék vonatkozásában a válaszadók fele érez változást annak mennyiségében és egyenlőtlenségében. Kevesebb eső esik a tavaszi- és nyár eleji időszakban, amikor a legnagyobb szükség lenne rá. Így az öntözéses időszakok egyre hosszabbak, ami jelentős költségnövekedéssel jár. A megkérdezettek fele gondolja úgy, hogy észrevehető változás megy végbe az élővilágban is. Mindannyian találkoztak már saját gazdaságukban megjelenő új fajokkal, melyek ellen a bevált védekezési módszerek megváltoztatása szükséges.

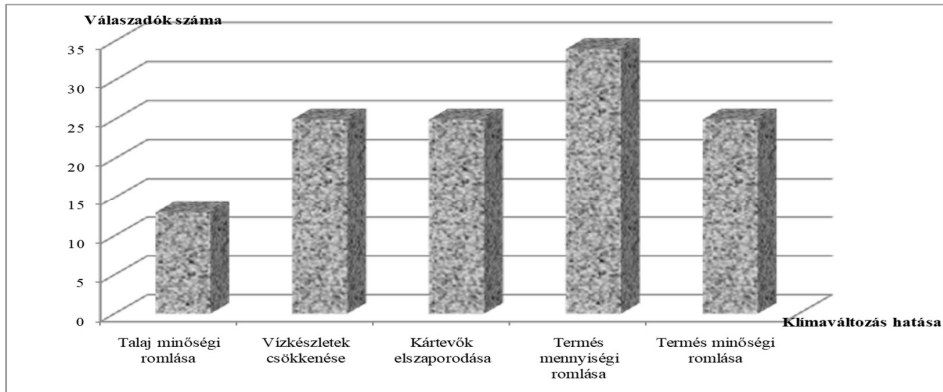
3.2. A klímaváltozás hatása a termésre

A válaszadók főként a termés mennyiségi romlásában látják a klimatikus változások mezőgazdaságra gyakorolt hatásait (lásd: 2. ábra).

A problémát egyrészt a szélsőséges időjárási jelenségek okozta károkkal (vihar, jégeső stb.), másrészt a hőséggel, illetve a kevés csapadékkal indokolták. A termés

minőségi romlását, a kártevők elszaporodását, a vízkészletek csökkenését a gazdálkodók több mint fele gondolta úgy, hogy a klímaváltozás okozzák. A talaj minőségi romlását viszont csak kevesen tartják a változás következményének.

2. ábra: A klímaváltozás termelésre gyakorolt hatása

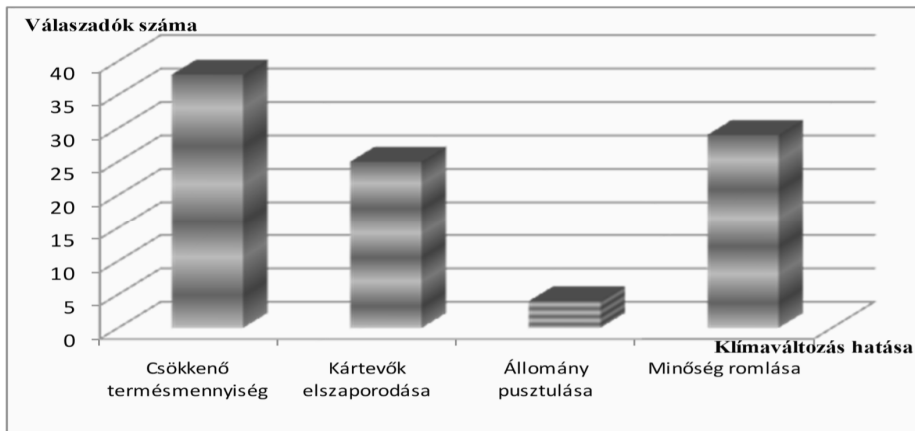


Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3.3. A klímaváltozás okozta veszteségek

A 3. ábrán látható, hogy majdnem minden megkérdezett első helyre sorolta a csökkenő termésmennyiséget.

3. ábra: Klímaváltozás miatti veszteségek értékelése



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

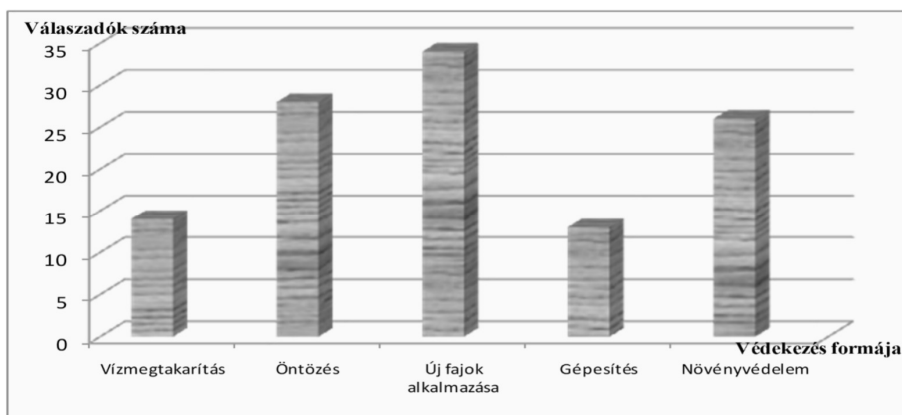
Kifejezetten a klímaváltozás okozta természeti jelenségek kedvezőtlen hatásaira voltunk kíváncsiak. Az ábrán látható, hogy majdnem minden megkérdezett első helyre sorolta a csökkenő termésmennyiséget. Az okok között elsősorban a szárazságot (aszály, hőség), valamint a viharokat, jégesőket említették. A második

helyre tették a minőség romlását, ami komoly jövedelem kiesést eredményez. A minőség romlásának okai a tartós hőség és a csapadékhiány. Közel azonos arányt képvisel a klímaváltozással összefüggő kártevők elszaporodása és a védekezés többletköltsége. A megkérdezettek arról számoltak be, hogy a védekezést nehezíti a sok új károsító megjelenése, melyek ellen még nincs meg a hatásos védekezési forma. A megkérdezett állattenyésztők ismeretlen új fajkmegjelenésével és már ismert kórokozók jelentős felszaporodásával találkoznak.

3.4. Károk elleni védekezés

A kérdéseink a jövőbeli káresemények kivédésére irányultak. Minden megkérdezett egyetértett azzal, hogy a megelőzés költségeivel jelentősen csökkenthetők a klímaváltozás által okozta károk. A 4. ábra szerint a válaszadók döntően az új fajok termelését látták célravezetőnek, amelyek jobban tűrik a szárazságot, jobban képesek alkalmazkodni az aszályosabb klímához, ellenállóbbak a kártevőkkel szemben. Ennek a bekerülési költsége jóval alacsonyabb, mint például egy öntözőrendszer kiépítése. Ennek a bekerülési költsége jóval alacsonyabb, mint például egy öntözőrendszer kiépítése.

4. ábra: Károk elleni védekezés formái



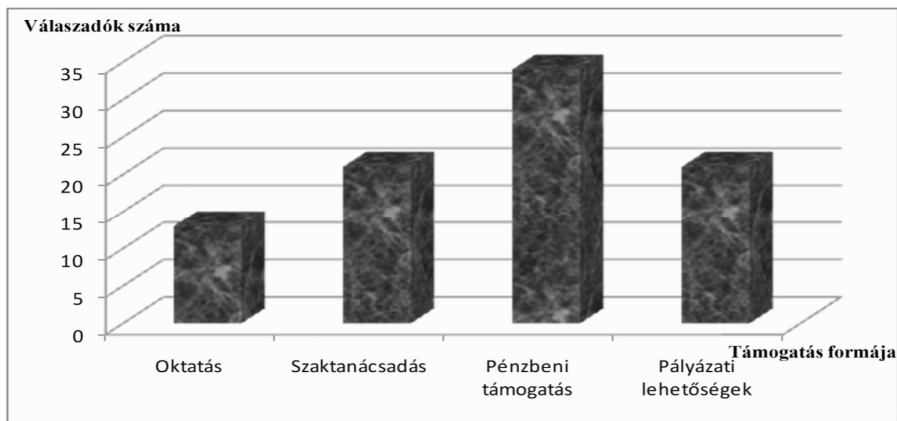
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Az öntözés kérdésében nagyon eltérőek a vélemények. A szántóföldi növénytermesztők, valamint az ültetvény tulajdonosok sokszor nem tudják vállalni a kutak fúrásával, az öntözőberendezések kialakításával járó költségeket még támogatások igénybevétele sem. A kertészeti termelést folytató gazdálkodók azonban nagy hangsúlyt fektetnek az öntözésre, főként a termesztőberendezések korszerűsítése a jellemző. A géppark bővítése minden gazda szerint elengedhetetlen feltétele a hatékony termelésnek. A nagyobb földterületen gazdálkodók vannak előnyben, a kisebb földterülettel rendelkezők inkább gépi szolgáltatást vesznek igénybe. A talaj vízmegtartó képességének fokozása érdekében a termelők főként mulcsozást alkalmaznak.

3.5. Támogatási lehetőségek

A gazdálkodók számos fejlesztést megvalósítottak már önerőből, hitelekkel vettek fel, azonban a gyorsan változó feltételekkel már nehezen tudják tartani a lépést. Milyen segítségre számítanak a jövőben kérdéseinkre az 5. ábra alapján a válaszadók többsége úgy gondolja, hogy elsősorban pénzügyi támogatásra lenne szükség.

5. ábra: Támogatások



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A szaktanácsadói hálózat bővítését a válaszadók többsége fontosnak tartja, amennyiben ez megfelelő időben érkezik. A megkérdezettek fele a pályázati lehetőségeket bővítené, és azok elérhetőségét és egyszerűbbé tenné. Az oktatás szükségességét elsősorban a fiatalabb gazdálkodók jelölték meg.

4. Következtetések

A megkérdezett gazdálkodók mindegyike tudatában van a klímaváltozásnak, az éghajlati változásokat figyelemmel kísérik. A klímaváltozás mezőgazdaságra gyakorolt hatásainál a gazdálkodók elsősorban a rövidtávú veszteségekre fókuszálnak. A termésekben bekövetkező mennyiségi- és minőségi romlás egyöntetűen előtérbe került a talaj minőségi romlásával vagy a vízkészletek csökkenésével szemben. A víztakarékosság, a vízmegtartó talajművelés alkalmazása, a kutak vizének fenntartható használata javíthatna a helyzeten. Jó irány lenne az esővíz felfogása, annak tárolása, majd beépítése az öntözésbe. Az időjárási jelenségek közül a térség legnagyobb problémája a hőség és a vele együtt járó aszályosodás. A gazdálkodók megélhetése a legnagyobb mértékben a klimatikus változás által előidézett, egyre gyakoribbá váló szélsőséges időjárási viszonyoktól függ. Az időjárási viszonyok által generált szélsőségek okozta veszteségek oly mértékűek, melyek már veszélyeztetik a gazdaságok működését.

A károk megelőzéséhez szükséges lépéseket a gazdálkodók hajlandók megtenni. A változtatások többnyire az új rezisztens fajták bevezetésére, és a kórokozók elleni

védekezés formájában valósul meg. A víz pótlásának kérdése nem igazán kifarrott a gazdák körében. A támogatás vonatkozásában elmondható, hogy a termelők tisztában vannak a lehetőségekkel és igénybe is veszik azokat. Elsősorban a konkrét anyagi támogatást igénylik, azonban nő a kockázatok csökkentésére irányuló új módszerek megismerése iránti igény is.

Irodalomjegyzék

- Bartholy J., Kern A. (2008): A globális és regionális éghajlat változása, In: Harnos Zs; Gaál M.; Hufnagel L. (szerk.), *Klímaváltozásról mindenkinek*, Budapest
- Birkás M. (2011): A klímaváltozás hatása a növénytermesztési gyakorlatra. In: J. Rakonczai (szerk.), *Környezeti változások és az Alföld*. Nagyalföld Alapítvány Kötetek 7. Békéscsaba pp. 257–269
- Hajós L., Dolmány F. (2001): A munkaerő mennyiségi növelésének lehetőségei Magyarországon. *Gazdálkodás*. 45:(3) pp. 1-15.
- Harnos Zs., Csete L. (szerk.) (2008): *Klímaváltozás: környezet - kockázat – társadalom*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Rakonczai J., Ladányi Zs., Pál-Molnár E.(szerk.) (2012): *Sokarcú klímaváltozás*. GeoLitera Kiadó, Szeged
- Reményi K. (2010): *Energetika, CO2, Felmelegedés*. Akadémia Kiadó, Budapest (2010).
- Renner M. (2013): Klímaváltozás és elvándorlás. In: Varga É. (2013): *A világ helyzete. Van e még esély a fenntarthatóságra*. Föld Napja Alapítvány, Budapest
- Sóvágó L., Gácsi R., Bárczi J., Czeglédi Cs., Hajós L., Zéman Z. (2014): The effects of and risk management related to the credit crunch in Hungary. *BIATEC* 7:pp. 22-26.
- Terbe I., Slezák K., N. Kappel (szerk.) (2011): *Kertészeti és szántóföldi növények fejlődési rendellenességei*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- www.metnet.hu/?m=kislexikon&id=340 last access 20/09/2018

KORSZERŰ GENETIKAI ESZKÖZÖKKEL ELÉRT EREDMÉNYEINK AZ ÉLHETŐ JÖVŐ ÉRDEKÉBEN - AZ ÁLLATVILÁGOT ÉRŐ KIHÍVÁSOK KEZELÉSE A KLÍMAVÁLTOZÁS KÖZEPETTE

Kusza Szilvia¹ – Hegedűs Bettina² – Bagi Zoltán¹

OUR ACHIEVEMENTS WITH MODERN GENETIC TOOLS FOR A LIVABLE FUTURE - TACKLING THE CHALLENGES OF WILDLIFE IN THE MIDST OF CLIMATE CHANGE

¹Debreceni Egyetem MÉK, Agrár Genomikai és Biotechnológiai Központ, Debrecen

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus, Gödöllő

Absztrakt: A globális klímaváltozás rendkívüli kihívások elé állítja az élővilág jelentős részét. Az élő szervezetek és az ökológiai rendszer összetettsége miatt ezek a hatások nehezen becsülhetők és még nehezebben kezelhetők az emberiség számára. Bizonyos következmények azonban már ma is láthatóak, úgy, mint a klíma szélsőségesebbé válása, sok területen az átlaghőmérsékletek emelkedése, vagy a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá válása. A társadalmak fenntarthatósága szempontjából azonban nem is ezen jelenségek közvetlen következményei jelentik a legnagyobb kihívást, hanem a sérülékeny és sokkal nagyobb kiszolgáltatottsággal rendelkező életközösségek, benne az állatvilág erodálódása, összeomlása. A krízis egyaránt érinti a vadon élő és a domesztikált populációkat, számunkra pedig létkérdés, hogy figyelemmel kísérjük az állati szervezetekben és közösségeikben bekövetkező változásokat, szükség esetén pedig be tudunk avatkozni. A genetika és a genomika olyan gyorsan fejlődő tudományterületek, melyek hasznos eszközöket biztosítanak számunkra ezekhez a tevékenységekhez. A következőkben összegzést szeretnénk adni a klímaváltozás állatvilágra gyakorolt hatásairól, a jelenség felmérésének lehetséges eszközeiről, valamint konkrét példákkal szolgálni ezek alkalmazásáról domesztikált és vadon élő fajokban.

Abstract: Global climate change poses extraordinary challenges towards a significant portion of the wildlife. Because of the complexity of living organisms and the ecosystem, these impacts are difficult to estimate and even more difficult for humanity to manage/handle. However, certain consequences are already visible now, such as, the climate is becoming more extreme, average temperature is rising in many areas, or extreme weather events has become more frequent. After all, from the point of view of the sustainability of societies, it is not the direct consequences of these phenomena that imply the biggest challenge but the vulnerable and naked communities, including the erosion and collapse of the fauna. The crisis is affecting both wild and domesticated populations, and it is a matter of life and death for us to monitor changes in animal organisms and their communities and to be able to intervene if necessary. Genetics and genomics are rapidly evolving disciplines that provide us with useful tools for these activities. In the following, we would like to summarize the effects of climate change on wildlife, possible tools for assessing the phenomenon, and provide concrete examples of their application in domesticated and wild species.

Kulcsszavak: állatfajok, klímaváltozás, stresszhatások

Keywords: animal species, climate change, stress

1. Klímaváltozás általános hatásai

Az éghajlatváltozás mélyreható változásokat generál az ökoszisztémában, benne az állatvilággal, és elsősorban a környezeti feltételek változásaiból adódhat, melyek

jelentősen próbára tehetik az állati szervezetek alkalmazkodó képességét. A jelenség következményei közé tartozik többek között a tengerszint emelkedése, a csapadék intenzitásának, időbeli és térbeli eloszlásának változása, a hőmérséklet, valamint a szélsőséges éghajlati jelenségek, például az aszályok, árvizek és trópusi viharok gyakoriságának, intenzitásának és időtartamának módosulása. Bizonyos hatások tehát közvetlenül, mások áttéteken keresztül érik az állatokat. Ezen hatásokat pedig többnyire az állatvilág és az emberiség szempontjából károsnak ítéljük. Ide sorolhatjuk a takarmányhiányt, vízhiányt, az állatállomány genetikai erőforrásainak elvesztését, a termelékenység csökkenését és az ivarérett súly csökkenését vagy az ivarérett súly eléréséhez szükséges hosszabb időt. Ez ismét a testkondíció csökkenését, csökkent tejtermelést és gyenge szaporodási teljesítményt okozhat az ivarérett állatoknál. Továbbá a legelő és a víz területi eloszlása és elérhetősége nagymértékben függ a csapadékmennyiség alakulásától és elérhetőségétől. Így a takarmány- és vízhiány hozzájárul az állatállomány termelékenységének és szaporodási teljesítményének csökkenéséhez (Husen et al., 2019). Az éghajlatváltozás egészségre gyakorolt hatásaihoz vezető tényezők rendkívül összetettek, és nemcsak környezeti erőket, hanem ökológiai és társadalmi szempontokat, gazdasági érdekeket, valamint egyéni és közösségi viselkedést is magukban foglalnak (Forastiere, 2010). Az éghajlatváltozásból eredő magasabb hőmérséklet és változó páratartalom növelheti bizonyos kórokozók vagy paraziták fejlődési ütemét, amelyek egy vagy több életciklusszakasza az állati gazdaszervezeten kívül van (Husen et al., 2019). Ugyanakkor a hőmérséklet emelkedése csökkentheti a halálozást és/vagy javíthatja az egészséggel és jóléttel kapcsolatos szempontokat a hideg telekkel rendelkező földrajzi területeken élő emberek és állatok esetében (Ballester et al., 2011; Rose et al., 2015), ami árnyalja a klímaváltozás többnyire negatív megítélését. Az azonban biztosnak látszik, hogy az élő szervezetek többsége nem tudja a változások hatása alól teljesen kivonni magát, valamilyen formában alkalmazkodniuk szükséges.

2. Klímaváltozás okozta stresszhatások

A környezeti elemekben bekövetkező változások közvetlen és/vagy közvetett mechanizmusok révén jelentkezhetnek (Lacetera, 2019). Az állattenyésztés számára már jelenleg is kritikus kihívást jelentenek a hőhullámok, amelyek gyakorisága és intenzitása a jövőben csak fokozódni fog (Filipe et al., 2020). Az éghajlatváltozás általában véve többféle módon befolyásolja az állatállomány egészségét: az állati szervezetekre gyakorolt hatások, a kórokozókra gyakorolt hatások, valamint a vektorokra gyakorolt hatások sorolhatóak ide (Lacetera et al., 2013; Husen et al., 2019). A homeotermikus állatok a magas hőmérsékletre a hővesztesség növelésével és a hőtermelés csökkentésével reagálnak, hogy elkerüljék a megnövekedett testhőmérsékletet (hipertermia). Ilyen reakciók közé tartozik a légzési és izzadási sebesség növekedése, valamint a takarmányfelvétel csökkenése. Ezek az élettani események jelentősen hozzájárulhatnak a hőterhelésnek kitett állatokban előforduló anyagcserezavarokhoz (Lacetera, 2019). A hőstressz jelentős gazdasági veszteségekhez is hozzájárul (Broadway et al., 2020), mivel csökkentheti a

súlygyarapodást és a takarmányfelvételt, csökkentheti a tejtermelést, növelheti a megbetegedést és az elhullást, valamint csökkentheti a szaporodási teljesítményt (Mader et al., 1999; St-Pierre et al., 2003). A szarvasmarhák egyes genotípusairól ismert, hogy fokozott hőtűrő képességgel rendelkeznek, mint például a brahman szarvasmarha, azonban a termelékenységi és a növekedési teljesítmény nem biztos, hogy olyan hatékony, mint más húsmarhafajták esetében (Tisdell, 2003; Gaughan et al., 2010). Utóbbi hiányosságok pedig meggátolják, hogy a fajta az élelmiszerellátás problémáira önmagában választ adjon. A magas hozamú állatok, amelyekre a felgyorsult anyagcsere és a közel optimális körülmények közötti termelési szintre alapozott genetikai szelekció jellemző, lehetnek a leginkább veszélyeztetettek az éghajlatváltozás által, és a legkevésbé ellenállóak a negatív hatásaival szemben (Kadzere et al., 2002; Bernabucci et al., 2010). Több tanulmány leírta, hogy a legmelegebb hónapokban nagyobb a halálozási kockázat (Dechow–Goodling, 2008; Vitali et al., 2009), és a szélsőséges időjárási események során megnövekedett a halálozási arány (Hahn et al., 2002; Vitali et al., 2015). A magas hőmérséklet hőség, hőkimerülés, hőgörcs és végső soron szervi működési zavarokat okozhat. Egy indiai tanulmányban Purusothaman et al. (2008) a nyári szezonban a mecheri juhok mortalitásának növekedéséről számoltak be. Egy másik, a hőmérsékletnek a haszonállatok elhullására gyakorolt hatásáról szóló tanulmányosorozat a szélsőséges időjárási események során bekövetkező elhullások növekedését írta le (Hahn és Mader, 1997; Hahn et al., 2002). A fentiek alapján az éghajlatváltozásnak az állatállomány termelésére és szaporodására gyakorolt hatása jelentős kihívásokat fog okozni a jövőben is. Egyre nagyobb érdeklődés övezi a hőstressz szerepét is a haszonállatok oxidatív stresszének kiváltásában (Bernabucci et al., 2002; Akbarian et al., 2016). A vérben a forró nyári időszakban megnövekedett oxidáns és csökkent antioxidáns molekulákról számoltak be tejelő és bivalyteneknél egyaránt. A hőstressz az antioxidáns enzimaktivitás (pl. szuperoxid-dizmutáz, kataláz és glutation-peroxidáz) növekedésével járt együtt, amit a reaktív oxigénfajok megnövekedett szintjére adott adaptációs válaszként értelmeztek (Lacetera, 2019). Ez tehát egy olyan kutatási irány lehet, ami magában hordozza a potenciált a negatív hatásokkal szembeni védekezés bizonyos elemeinek fejlesztésére. Azonban a probléma összetettebb, mint, hogy egy-egy jól sikerült kutatássorozat és ráépülő termékfejlesztések általános megoldásokkal szolgálhatnának.

Egy másik mechanizmus, amelyen keresztül az éghajlatváltozás megváltoztathatja az állatállomány egészségét, az a kedvező hatás, amelyet a magas hőmérséklet és a nedvesség gyakorolhat a mikotoxintermelő gombák növekedésére. A mikotoxinok akut megbetegedéseket okozhatnak, ha az állatok kritikus mennyiségű szennyezett takarmányt fogyasztanak. Ezek a mikotoxinok negatív hatást gyakorolhatnak bizonyos szövetekre és szervekre, például a májra, a vesére, a száj- és gyomornyálkahártyára, az agyra vagy a szaporodási traktusra (Lacetera, 2019). Egyes mikotoxinok megzavarhatják a betegséggel szembeni ellenálló képesség natív mechanizmusait, és ronthatják az immunológiai reakciókészséget, így az állatok fogékonyabbá válnak a fertőzésekre (Bernabucci et al., 2011).

Ahogy az előzőekben a teljesség igénye nélkül bemutattuk, az éghajlatváltozás nagymértékben befolyásolja az állatok egészségét, közvetlenül és közvetve egyaránt. Ezáltal befolyásolja a betegségek gazdaszervezeteinek, vektorainak és kórokozóinak megjelenését és elterjedését, valamint ezek szaporodását, fejlődését és a betegségek terjedését is. Következésképpen hatással van az elterjedésekre (tér- és időbeli), a gazdatest-parazita kapcsolatokra és annak új területekre való áttérjedésére. Például az éghajlatváltozás részben felelős lehet a katarrális láz (kéknyelv-betegség) és a rift-völgyi láz (RVF) vírusok globális elterjedésében bekövetkezett gyökeres változásért (OIE, 2008; Wilson–Mellor, 2008). A gyomor-bélrendszeri fonálférges az állatállomány fontos parazitái, amelyek elhullást és megbetegedést okoznak. Mivel e paraziták életciklusának jelentős része a gazdaszervezeten kívül zajlik, túlélésük és fejlődésük érzékeny az éghajlatváltozásra (Lacetera, 2019).

Számos tanulmány számolt be arról is, hogy a hőstressz károsíthatja az immunrendszer működését az élelmiszertermelő állatokban (Lacetera, 2019). Nardone et al. (1997) leírta, hogy a súlyos hőstressz csökkentette a kolosztrális immunglobulinokat (IgG és IgA) a tejelő tehenekben, ami negatív következményekkel járt az immunizációra és az újszülött borjak túlélésére. Lacetera et al. (2005) a súlyosan hőstressznek kitett, szülés előtti tejelő teheneknél a limfocita funkció drámai depresszióját írta le, ami növelheti a kórokozókkal szembeni sebezhetőségüket, és csökkentheti a vakcinák hatékonyságát is. Lecchi et al. (2016) pedig arról számolt be, hogy a magas hőmérséklet jelentősen rontotta a neutrofilek működését, amelyek központi szerepet játszanak az emlőmirigy fertőzésekkel szembeni védelmében.

Az állattenyésztést érő egyik leggyakoribb kritika a klímaváltozáshoz kapcsolódóan a kérődző állatfajok rendkívül nagy üvegházhatással rendelkező metán (CH₄) kibocsátása. A kérődzőkben a metanogenezis nagy része a nagy fermentatív kamrában, a bendőben zajlik. A takarmány mikroorganizmusok általi bendőemésztése anaerob körülmények között acetát, propionát és butirát, azaz illékony zsírsavak (VFA) termelését eredményezi, amelyeket az állat energiaforrásként használ fel, valamint bendőgázok, például szén-dioxid (CO₂) és CH₄ keletkeznek, amelyek az ürítéssel távoznak (Getabalew et al., 2019). A bendő illékony zsírsav termelése extrém meleg körülmények között csökken. Egyre több új bizonyíték utal arra, hogy például a kecskefajták között genetikai eltérések vannak a hőstressznek a bendőfermentációs mintázatra és a VFA-termelésre gyakorolt hatásában. A hőstressznek a bendőfermentációra és az enterális metán kibocsátásra gyakorolt hatását többnyire a bendő mikrobiális populációjában mutatkozó különbségeknek tulajdonítják. Bár a hőstressz csökkentheti a takarmányfelvételt, a megnövekedett metánkibocsátás mégis a hőstressznek a takarmány emészthetőségére gyakorolt negatív hatásának tulajdonítható, mivel gátolja a normál emésztési folyamathoz nélkülözhetetlen bendőmikrobiális populációkat. A fejlett genomikai és biotechnológiai technológiák segítségével lehetőség nyílik azonban olyan genetikailag kiváló állatok azonosítására, amelyek egységnyi takarmányfelvételre vetítve kevesebb metán termeléssel rendelkeznek (Pragna et al., 2018). Így remény mutatkozik arra, hogy mérsékelni lehessen egy, az

állattenyésztési ágazat káros emissziójának jelentős hányadáért felelős üvegházhatású gáz kibocsátását, ami a környezeti előnyök mellett javíthatná az ágazat társadalmi megítélését és elfogadottságát is.

3. Klímaváltozás okozta stresszhatások vizsgálatának lehetséges módszerei

Mint azt a fentiekből is láthattuk, a klímaváltozás állati szervezetekre és populációkra gyakorolt hatásai meglehetősen összetettek, így vizsgálatuk is kihívás elé állítja a kutatókat. Az élettudományok metodikai hátterének utóbbi évtizedekben tapasztalt robbanásszerű fejlődése azonban több, jól használható eszközt is ad kezünkbe. A gyors környezeti változások idején az epigenetika szempontjából értelmezett transzgenerációs hatások fontos kutatási területté váltak. Ezeket a hatásokat általában úgy értelmezik, mint amelyek rendkívül gyorsan fokozzák az életképességet, anélkül, hogy a természetes szelekció lassabb folyamatától függenének, amely a populációkban a DNS-kódolt (rögzített) genetikai variánsokat változtatja meg. A rögzített genetikai különbségek környezeti összefüggései azonban általában gyengék lehetnek poligénikus modellekben, ahol az allélek többféle kombinációja vezethet ugyanahhoz az evolúciós eredményhez. Az alkalmazkodás végső eszköze a fitness, és kevés transzgenerációs vizsgálat azonosította robusztusan a fitness hatásokat, különösen a rögzített genetikai változatokkal összehasonlítva. Nem minden, az éghajlatváltozás által kiváltott transzgenerációs módosulás növeli a fizikai alkalmasságot. A stresszes körülmények gyakran generációkon átívelő negatív fitness hatásokat váltanak ki, amelyek megszüntethetik az előnyöket. Az epigenetikai válaszok és más transzgenerációs hatások kétségtelenül szerepet játszanak majd az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban, de további, jól megtervezett vizsgálatokra van szükség ahhoz, hogy a DNS-kódolt változásokhoz viszonyított jelentőségüket vizsgálni lehessen (McGuigan et al., 2021).

Garg–Chattopadhyay (2021) szerint az életterek elvesztése és az elterjedési terület csökkenése közvetlenül csökkentheti a populációk közötti génáramlást, ami további elszigetelődéshez és a genetikai sokféleség csökkenéséhez vezethet. A génáramlásra különösen akkor van szükség, ha egy fajnak sikeresen kell reagálnia az éghajlatváltozás által gyakorolt szelekciós nyomásra, egyrészt azért, hogy újfajta változatosságot hoz be a szelekció számára, másrészt azért, hogy utat biztosít az esetlegesen előnyös allélok terjedésének. Az előnyös allélok szelekciója azonban nagymértékben függ a populációk szelekciója és a génáramlás közötti egyensúlytól. Az éghajlatváltozás is felgyorsította a hibridizáció ütemét. A nem modellfajokra vonatkozó, NGS-platformokról (új generációs szekvenálás) nyert genomikai adatok egyre növekvő tárházának könnyű hozzáférhetősége exponenciálisan növelte ismereteinket az elterjedés és a génáramlás hatásairól. A genom-szerte rendelkezésre álló több ezer marker elérhetőségével ma már teljes képet kaphatunk a génáramlás következtében bekövetkező genomikai változásokról. A génáramlás szintjének és ütemének kimutatása és számszerűsítése drámaian javult. Például kisszámú genetikai markeren alapuló eredmények két dél-indiai gyümölcsdenévérfaj közötti génáramlásra utaltak, de egy több ezer genom-wide markerrel végzett vizsgálat során ez a jel eltűnt, ami rávilágított arra, hogy a

kevesebb marker nem elég hatékony a génáramlás helyes azonosításához (Chattopadhyay et al., 2016). Továbbá ugyanezen genomszintű markerekből álló panel egy kriptikus gyümölcsdenevérfajt is azonosítani tudott Kelet-Indiából, és felfedezett egy hibrid zónát két fajsztintű vonal között, amely génáramlásra és introgresszióra utaló bizonyítékokkal szolgált (Chattopadhyay et al., 2016). Az NGS-adatok segítettek a génáramlás különböző akadályainak, például a Föld fizikai jellemzőinek (pl. folyók és óceánok), valamint a fajok tulajdonságainak (pl. élőhelyi preferenciák) azonosításában is (Garg et al., 2018; Naka–Brumfield, 2018; Cros et al., 2020; Loureiro et al., 2020). Például a több ezer genomikai marker felhasználásával váratlanul finom léptékű populációszerkezetet tártak fel az erdőtől függő madaraknál Szingapúr szigetországának egy kis erdős régiójában (Cros et al., 2020).

A klímaváltozás hatásának legegyszerűbben nyoma tehát a genetikai diverzitás változása. Bekele (2021) értékelése szerint a molekuláris markerek fontosak a biológiai változatosság megőrzésében, például az élőlények azonosítása, a genetikai változatosság vizsgálata (elemzése), a diverzitás jellemzése, a génbankban megőrzött anyagok genetikai integritásának nyomon követése és az illegális vadon élő állatok kereskedelmének ellenőrizhetősége által. Általánosságban a molekuláris genetikai módszerek felhasználása a biológiai sokféleség megőrzésében felbecsülhetetlen értékű eszköznek bizonyult, a következő felhasználási területek tartoznak ide: genetikai konzervációs törekvések a genetikai diverzitás forró pontjainak azonosításával; a populációdinamika és a génáramlás nyomon követése és jellemzése; a fajok taxonómiájának helyes meghatározása a természetvédelemmel kapcsolatos gazdálkodási kérdésekhez; egyedek, fajok, populációk és természetvédelmi egységek azonosítása; hibrid zónák és keveredett populációk kimutatása; a szétszóródás és a génáramlás számszerűsítése; a jelenlegi és történelmi populációméret becslése; a származás, a rokonság, a szaporodási eredményesség, a párzási rendszerek és a társadalmi felépítés értékelése; valamint a különböző ivarsejtek közötti kapcsolatok kimutatása és a genetikai sokféleség szintjének és időbeli változásának értékelése a génállományokban (Bekele, 2021).

4. Saját kutatásainkon alapuló eredmények a klímaváltozás állatpopulációkra gyakorolt hatásaival összefüggésben

Az állattenyésztés erőteljesen függ az időjárási körülményektől és az éghajlati viszonyoktól. Megfelelő csapadék és hőmérséklet nélkül például a növények és a legelők nem teremnek meg. Másrészt a rendkívül alacsony vagy magas hőmérséklet és csapadékmennyiség befolyásolja a termelést, az állatok stresszes állapotba kerülnek, ami a produktivitást csökkenti. A környezeti stressz a fajok megfelelő genetikai alkalmazkodóképessége nélkül a diverzitás csökkenéséhez vezethet, ami hosszútávon a fajok kihalását eredményezi. Ennek elkerülése érdekében célszerű fenntartani az állatállományok genetikai változatosságát, illetve a helyi környezeti feltételekhez jól alkalmazkodó őshonos génváltozatokat. A megfelelő állati fehérjék fenntartható és környezetbarát módon történő előállításához a juh kiváló választás lenne, mivel a juhok alkalmazkodtak ahhoz, hogy sokféle környezetben

boldoguljanak. Az őshonos juhajták a helyi környezethez alkalmazkodott génváltozatok tárházaként működnek. Létfontosságúak az élelmezésbiztonság szempontjából, mivel alkalmazkodtak a szélsőséges termelési környezethez. A juhtenyésztés potenciálisan jövedelmező mezőgazdasági vállalkozás az egyéb mezőgazdasági tevékenységekre alkalmatlan területeken. Az éghajlatváltozás hatásai azonban egzisztenciális kihívást jelentenek számukra. Az éghajlatváltozásnak az őshonos juhajták genetikai sokféleségére gyakorolt hatásainak megértése segítené az adaptációs tulajdonságokat magában foglaló, irányított tenyésztési program kidolgozásában, valamint a már veszélyeztetett juhajták megőrzésére irányuló erőfeszítések elindításában. A juhok szelekciója során nemcsak a hús-, tej-, bőr- és gyapjútermelési tulajdonságokat kell figyelembe venni, hanem a gén-környezet kölcsönhatást is. A változó éghajlat környezeti stressznek teszi ki ezeket a kisméretű kérődzőket, például hőstressznek, árvizeknek, rossz minőségű legelőnek, kártevők és betegségek megjelenésének és előre törésének, amelyek veszélyeztetik a juhok túlélőképességét, szaporodását és teljesítményét. A juhok teljesítménye a fent említett stresszes környezetben attól függ, hogy a fajta mennyire ellenálló, és ez a termelési környezet által befolyásolt genetikai állománytól függ. Az állatok számos mechanizmust aktiválnak – beleértve a morfológiai, viselkedési, fiziológiai mechanizmusokat – a szélsőséges környezeti stresszorok elviselésében. Ezek a mechanizmusok genetikailag befolyásoltak és így öröklődnek. Így a fitneszjellemzőket kedvezően befolyásoló allélkombinációval rendelkező állatok az adott környezetben túlélnek, míg a kedvező allélkombinációval nem rendelkező állatok a kipusztulás veszélyét hordozzák. A nagyobb genetikai sokféleséggel rendelkező fajok nagyobb eséllyel maradnak életben az éghajlati viszonyok megváltozása esetén. Ezért a termelékenységére irányuló tenyésztést ki kell egészíteni az alkalmazkodóképességre irányuló szelekcióval, és amennyiben a fajta a kihalás szempontjából magasan veszélyeztetettnek minősül, természetvédelmi intézkedéseket kell hozni a ritka, őshonos génváltozatok megmentése érdekében (Wanjala et al., 2020).

Az éghajlatváltozás forгатókönyve esetén az olyan összetett fenotípusok megfejtése, mint a szőrszín, amelyek hatással lehetnek más fontos fiziológiai tulajdonságokra, mint például az UV- és hő-toleranciára, hozzájárulhat a szarvasmarha-tenyésztés jobb ellenálló képességéhez a zord extenzív és fél-extenzív körülmények között. Számos tényező teszi a háziállatokat a pigmentáció genetikai alapjainak vizsgálatára alkalmas modellé. Valójában az állat háziasítása óta az enyhe emberi szelekciós nyomás alakította ki a specifikus tulajdonságok sokaságát, beleértve a szőrszínt és a mintázatot is, ami a háziállatfajták színeiben gazdag biodiverzitását eredményezte. Meg kell említeni, hogy a specifikus színváltozatok emberi közvetítésű szelekciójának történelmi nyomai nagyon régiek és jól dokumentáltak. A háziállatok tanulmányozásának másik lényeges előnye a jelenség genetikai hátterének vizsgálata során a rokonsági viszonyokra vonatkozó ismereteinkhez kapcsolódik, ami fontos követelmény a tulajdonságok öröklődésének tanulmányozásakor, megkönnyítve a célzott kísérleti stratégiákat. Továbbá, azok a tulajdonságok, amelyek tisztító szelekció alatt álltak és a vadon élő populációkban

ritkák vagy a mutációk alacsony gyakorisággal vannak csak jelen, a háziasítás következtében megnövekedett gyakorisággal, esetleg közepes-nagy effektivitással terjedhetnek el. Az egyik ilyen tulajdonság a szőrzet őszülése, amely viszonylag gyakori a háziasított fajtákban, de a vadon élő állatokban szinte egyáltalán nem fordul elő. A felnőttkori szürke szőrzet, ahogyan az számos kutyánál, lónál és szarvasmarhafajtánál megfigyelhető, nem marad meg egész életen át, hanem az ún. elszürkülés főként az életkorral függ össze. Ez például egy olyan jelleg, aminek vizsgálatakor nem csak magát a genotípust, annak összetételét és működését szükséges feltárnunk, de az azt hordozó populációk filogenetikájának is nagy szerepe van a jelenség hátterének tisztázásában. Ugyanis az összes ma élő házi szarvasmarha két fő vonalhoz tartozik, a *Bos taurus taurus*-hoz és a *Bos taurus indicus*-hoz, amelyek független háziasításból származnak. A szarvasmarhák jelenlegi biodiverzitása azonban nemcsak a genetikai sodródás, valamint a természetes és mesterséges szelekció eredménye, hanem a két szarvasmarha-vonal közötti feltételezett introgresszió és keveredési események eredménye is, amelyek szinte minden kontinensen bekövetkeztek, és több mint 1100 elismert fajtát hoztak létre. Ezt a hatalmas sokféleséget a fenotípusos tulajdonságok, például a szőrszín, a testméret, a viselkedés és a termelési tulajdonságok széles skálája hangsúlyozza. Ami a szőrszínt illeti, az őzbarnáról a szürkére való átváltás szinte minden kontinensen meglehetősen gyakori az úgynevezett sztyeppe/podóliai törzsbe tartozó szarvasmarhafajtáknál, amelyet olyan csoportnak tekintenek, amely a taurinon belüli számos ősi vonással rendelkezik, de egyre több bizonyíték van a maradék indicin introgresszióra. Az ezeknél az állatoknál megfigyelhető jellegzetes hígított szürke szőrzetről úgy vélik, hogy a sötétebb szőrzetű szarvasmarhákhoz képest jobb hőszabályozó képességet biztosít a nagyobb fényvisszaverő hatás miatt, míg a pigmentált bőr hozzájárul az ultraibolya sugárzás elleni védelemhez. Többek között az ázsiai zebuina szarvasmarhafajtáknál, és más különböző földrajzi elterjedésű fajtáknál jellemzően szürke szőrű fenotípus figyelhető meg a felnőtt szarvasmarháknál, amelyek születésükkor még őzbarna színűek. Egy ilyen nagy földrajzi elterjedés összhangban lehet az ismert ősi vándorlási és keveredési eseményekkel a szarvasmarhák háziasítási központból való szétszóródása során, valamint az Ázsia és Európa közötti, illetve a földközi-tengeri térségben zajló újabb történelmi vándorlásokkal, bár a vad taurin és zebuina ősök közötti keveredési jelenségek nem zárhatók ki. Vizsgálatunkban (Senczuk et al., 2020) több mint 50 gént azonosítottunk, melyek szinte mindegyike közvetlenül vagy közvetve részt vett a pigmentációban, és néhányuk már ismert volt az emlősök szőrszínével kapcsolatos fenotípusokban betöltött szerepükről. Eredményeink valószínűleg alátámasztják azt a feltételezést, hogy a szürke taurin szarvasmarhák pigmenttel kapcsolatos génváltozatai és fenotípusai zebuine eredetű örökséget képviselhetnek. Mindezt annak ellenére, hogy a PLAG1 esetében a testméretre, a testsúlyra és a szaporodásra jelentős effektív hatással bíró allélról kimutattuk, hogy egy >1000 éves eredetű allél, amelynek gyakorisága gyorsan nőtt az északnyugat-európai *B. taurus*-ban a 16. és 18. század között, és amely így a 19. és 20. század felé introgresszálódott a nem európai *B. taurus* és *Bos indicus* fajtákba, ezzel valószínűleg megnövelve a

modern szarvasmarhák termetét. A vizsgálat további tanulsága mellett, hogy történelmi távlatokba helyezte az éghajlatváltozásban érintett genotípusok elterjedését, az, hogy az előnyösnek mutató alélok kapcsolódhatnak közvetlenül termelési tulajdonságokkal összefüggő allélokhöz is, így modern genotípusokban való esetleges felhasználásuk során körültekintéssel kell eljárni, és alaposan szükséges felmérni a lehetséges következményeket.

Egy másik vizsgálatban a helyi körülményekhez való alkalmazkodásuk és az egyedi genetikai anyaguk miatt értékes genetikai erőforrásoknak tekintett moldvai román szürke szarvasmarha állományt vettük alapul. A vizsgálatok rámutattak a fajta alacsony tejtermelési potenciáljára, magas élettartamára, jelentős alkalmazkodóképességére, szívósságára, betegségekkel szembeni ellenálló képességére, szélsőséges hőmérsékletekkel szembeni nagyfokú ellenálló képességére, valamint tejének magas zsír- és fehérjetartalmára. Ebben a veszélyeztetett romániai szürkemarha-populációban meglepően magas szintű genetikai változatosságot találtunk. A nagy genetikai variabilitás a termelési tulajdonságokra gyakorolt alacsony szelekciós nyomás eredménye lehet. Ez azt is jelenti, hogy az említett termelési jellemzők genetikai javítása komoly veszélyt jelenthet a román szürke fajta genetikai sokféleségének megőrzése szempontjából, és ezt el kell kerülni, az őshonos populációt génbankként lenne szükséges megőrizni (Ilie et al., 2015).

A kedvezőtlen környezeti változásokra a háziméh (*Apis mellifera*) az egyik leginkább érzékenyen reagáló, házasított faj. Társadalmi hasznossága, gazdasági jelentősége azonban nehezen kifejezhető, ezért vizsgálata kiemelt fontossággal kell bírjon. Eredményeink (Péntek–Zakar et al., 2015) alapján a magyar mézelő méhpopulációk genetikailag egységes képet mutatnak. A hazai, kárpát-medencei pannon méheknél (*Apis mellifera carnica pannonica*) heterozigotizást azonosítottunk, tehát a beltenyésztés nem jellemző. Mint köztudott, a mézelő méhcsaládok egészségi állapotát nem lehet megérteni a genetikai sokféleség figyelembevétele nélkül, ugyanis a területhez alkalmazkodott méhpopulációk könnyebben fennmaradtak, mint a betelepítettek. A magyarországi populációt földrajzilag északról a Kárpátok izolálta és emiatt valószínűleg az utolsó jégkorszak alatt alakult ki az őshonos mézelő méhpopuláció. Az emberi tevékenység és a délnyugati természetes elhatároló gát hiánya okozhatott enyhe introgressziót, amit a méhészek fenotípusokban már felismertek más, főként Olaszországból származó alfajokkal (*A. m. ligustica*). A vándorméhészkedés magyarázhatja a gyenge mértékű introgressziót, a heterozigóták nagyon magas arányát és a magyar populációban észlelt egyéb ritka haplo- és genotípusokat. E viszonylagos homogenitás ellenére a populációkban kialakult egy olyan ökotípus, amely viszonylag magas heterozigotizást mutatott, és képes a mi éghajlati viszonyaink között is fennmaradni, ami mind olyan tulajdonság, amely a helyi adaptációra és a populáció nagy evolúciós potenciáljára utal. A Kárpát-medencéből kitekintve, a lengyel populáció jelentősen heterogén volt. Oleksa et al. (2011) megerősítette ezt az eredményt azzal, hogy leírta, hogy a vizsgált északkelet-lengyelországi populációkban a nukleáris génállomány körülbelül 10-30%-a, és a mitokondriális genom 3-50%-a mutatta ki hibridek

jelenlétét. Egy másik észak-lengyelországi populációban (Oleksa–Tofilski, 2015) mikroszatellitiek alapján a dolgozók 57,9%-át tiszta feketeméhnek, 12,1%-át tiszta krajnai méhnek, 30,0%-át pedig hibridnek minősítette. Az okok feltehetően az idegen méhkirálynők importjából és a Magyarországon is megjelent természetes hibridizációból adódnak, de az adatok jelenleg a génáramlás kismértékű mértékére utalnak. Továbbá (Francis et al., 2014) leírták, hogy a méhészek használták *A. m. carnica* és *A. m. caucasica* közötti hibrideket, és széles körben szaporították őket Lengyelországban. Az őshonos méhpopulációkat, mint például az *A. m. mellifera*, Közép-Európa számos régiójában felváltotta az *A. m. carnica*, ami a nem megfelelő tenyésztési szabályozásra vezethető vissza. Az európai fekete méh jelen van Lengyelországban és Észak-Ukrajnában, de hibridizálódik a C vonal alfajaival (Meixner et al., 2007), például a balkáni *A. m. carnica* és a délnyugat-európai *A. m. macedonica* alfajjal, amelyek gyakrabban fordulnak elő olyan régiókban, ahol az átlaghőmérséklet meghaladja a 9 °C-ot (Coroian et al., 2014). A közelmúltban jelentős mennyiségű Buckfast allél jelent meg a lengyel populációban Lengyelország keleti részén, ami azt mutatta, hogy az jól elkülönült a magyar kárpát-medencei pannon populációktól. Ebből következik, hogy a szeparáció feltehetően egy alfajon belül következhetett be. Egy újabb tanulmány szerint azonban az éghajlat a fő tényező, amely a mézelő méhek közötti különbségek elterjedéséhez vezet, nem pedig a földrajzi akadályok, például a hegységek (Kárpátok) (Coroian et al., 2014).

Európában a mézelő méhek diverzitásának megőrzését fenyegető közismert veszély a helyi populációk genetikai egyediségének elvesztése, mivel a méhészek csak néhány genetikai vonalat részesítenek előnyben. A klímaváltozás és a méhanyák kereskedelmének nagyarányú, folyamatos áramlása miatt azonban az afrikai eredetű méhek elterjedése újabb veszélyt jelenthet. Ezt a kérdést eddig kevésbé vizsgálták részleteibe menően, bár már bizonyított, hogy afrikai mitokondriális DNS-t hordozó méhek előfordulnak Dél-Európában a természetes génáramlásnak köszönhetően. Egy a témával foglalkozó tanulmányunkban (Oleksa et al., 2021) meghatároztuk a mitokondriális DNS diverzitását a kelet-közép-európai mézelő méhekben és megállapítottuk, hogy a méhek 1,64%-a afrikai mitokondriális DNS-t tartalmazott. Ez nem valószínű, hogy a vizsgált területen természetes eredetű migrációból ered, hanem sokkal inkább az afrikai származású hibridek ember által okozott betelepítésének jele. Ez a terjeszkedés nagyobb figyelmet érdemel, mivel az afrikai eredetű méhek nemcsak a genetikai sokféleségre jelenthetnek veszélyt Európában, hanem a méhészetre és a közegészségügyre is. Ezt láthatjuk abból is, hogy kevésbé alkalmasak a méhészkedésre, mert hajlamosak a rajzásra. Mindemellett az afrikai alfajok olyan paraziták és kórokozók vektorai, amelyek Európa nagy részén nincsenek jelen. Azzal ugyan lehet érvelni, hogy Európa éghajlata nem alkalmas az afrikanizált méhek számára, azonban a melegedő éghajlat növelheti az afrikai hibridizáció valószínűségét Európában.

Az éghajlatváltozásról már elmondtuk, hogy globálisan milyen nagy hatással van az ökoszisztémákra, de a nagy és széles körben elterjedt emlősökre gyakorolt hatásáról és az esetleges populációspecifikus reakciókról még mindig kevés ismerettel rendelkezünk. Az aranyaskál (*Canis aureus*) egy olyan vadfaj, mely

napjainkban jelentős expanziót hajt végre, amit nem lehet függetleníteni a klímaváltozás hatásaitól sem. Hiszen az expanziót lehetővé tevő kedvező környezeti változások a klímaváltozás és az ember környezetátalakító tevékenységének kölcsönhatásaként is értelmezhetőek. Egy tanulmányunkban (Kusza et al., 2018) a mitokondriális kontroll régió és kilenc kutya mikroszatellit lókuszt segítségével megerősítettük a balkáni, közép-európai, kelet-európai és olasz sakálókra vonatkozó korábbi filogeográfiai eredményeket. Az európai aranysakálók gyorsan növekvő száma alacsonyabb genetikai variációt és strukturáltságot mutatott, mint az ugyanabból a régióból származó más vadon élő farkasféléké vagy az izraeli sakálóké. Nem találtuk jelét különálló szubpopulációk létezésének annak ellenére sem, hogy Magyarországon a faj egyedszáma növekszik. Eredményeink továbbá megerősítik, hogy a faj európai terjeszkedése valószínűleg egyetlen irányt követ, délről észak felé. Ez az irány pedig megegyezik a klímaváltozás miatt egyre északabbra húzódó magasabb átlaghőmérsékleti határok irányával. A sakálók kezelésének jövőbeli eszközeként mindenképpen további genetikai vizsgálatokat szorgalmazunk egy fajspecifikus markerkészlettel, amelyet a rendelkezésre álló technológia (RADseq vagy Genotyping by Sequencing) segítségével lehet kialakítani. Mindezt annak érdekében, hogy meghatározzuk a hibridizáció mértékét és a genetikai struktúrát az európai aranysakál-populációkban.

Vetter et al., (2015) a vaddisznó (*Sus scrofa* L.) mint modellfaj segítségével vizsgálta az éghajlatváltozás nagyléptékű és hosszútávú hatásait a helyi populációdinamikára. Amint az az alábbiakban látszani fog, a vaddisznó nagyszerű modellállat a klímaváltozás hatásainak vizsgálatára. Vetter et al., (2015) eredményei azt mutatják, hogy a populáció növekedése Európa-szerte erősen összefügg az egyre enyhébb telekkel és az exponenciális növekedés megindulásához szükséges régióspecifikus küszöbhőmérsékletekkel. Emellett azt találta, hogy a kritikus táplálékforrások, például a bükkmakk bőséges hozzáférhetősége ellensúlyozni tudja a hideg telek negatív hatásait a vaddisznó populáció növekedésére. A makk rendelkezésre állása viszont igen változó, de adatai szerint a makk termésben gazdag évek gyakorisága 1980 óta nőtt. Arra a következtetésre jutott, hogy az éghajlatváltozás közvetlenül a vaddisznóállomány növekedését segíti elő azáltal, hogy enyhíti a hideg telek túlélésre és szaporodásra gyakorolt negatív hatását, közvetve pedig azáltal, hogy növeli a táplálék elérhetőségét. A faj éghajlatváltozásra adott demográfiai válaszában teljes megértéséhez azonban figyelembe kell venni a régióspecifikus válaszokat is.

Az elmúlt 50 évben a vaddisznóállomány gyors növekedése volt megfigyelhető Európa-szerte. A kelet-európai országokban a populációk ötszörösére-tízszerezésre nőttek. Jelenleg a vaddisznók széles körben elterjedtek Európában, a populáció sűrűsége a szélességi gradiens mentén halad, és észak felé két nagyságrenddel csökken. A nyugat- és közép-európai vaddisznók genetikai diverzitásának alakulásában a legfontosabb esemény az utolsó jégkorszak volt, amelyet a populációk hirtelen demográfiai és területi terjeszkedése kísért. Ellenben úgy tűnik, hogy az ember által okozott génáramlás (transzlokáció, hibridizáció) és a demográfiai csökkenés nagy befolyással bírt a mai populációk genetikai

diverzitására. Például Luxemburgban vizsgált vaddisznók 27 százalékánál találtak házisertés mtDNS-t, míg Írországról kiderült, hogy fogságban tartott sertések kolonizálták. A múltbeli jégkorszak hatásán túlmenően a vaddisznók mai európai filogeográfiai profilját a közelmúltban bekövetkezett események is befolyásolhatták. Kelet-Európában a 17-19. században a vaddisznó demográfiai hanyatlása következett be, amikor az éghajlat lehűlésének (kis jégkorszak) és az ember túlzott mértékű kizsákmányolásának együttes hatása számos régióban csökkentette a populáció számát és elterjedését. Vizsgálatunkban (Kusza et al., 2014) a SAMOVA analízis a közép- és kelet-európai vaddisznók genetikai struktúráját három alpopulációba sorolta, amelyek a következőkből állnak: (1) Északkelet-Belarusz és Oroszország európai része, (2) Lengyelország, Ukrajna, Moldova és Fehéroroszország nagy része, valamint (3) Magyarország. A további elemzések (multimodális eltéréseloszlás, Fu féle F_s index, a Bayes-féle skyline diagram és a közös haplotípusok magas előfordulása a populációk között) nem utalt a vaddisznóállomány erős demográfiai fluktuációjára a holocén és a holocén előtti időkben. Ez a tanulmány viszonylag gyenge genetikai diverzitást és struktúrát mutatott ki a közép- és kelet-európai vaddisznópopulációk között, és rámutatott a déli refúgiumok és a demográfiai folyamatok szerepével kapcsolatos ismereteink hiányosságaira.

Mivel a vaddisznó napjainkra a második leggyakoribb patás faj Európában, a populáció növekedése aggodalomra ad okot a sertések mezőgazdasági kultúrákra és természetes ökoszisztémákra gyakorolt hatása, valamint a betegségek potenciális terjesztése miatt. Ezenkívül a vaddisznó hibridizálódhat házi sertésekkel, ami növelheti az egészségügyi kockázatokat és megváltoztathatja a vaddisznó alkalmazkodási potenciálját. Összesen 607 sertés 47.148 egy pontos nukleotid polimorfizmusát elemeztük, hogy feltárjuk a hibridizációs mintákat Európában (Iacolina et al., 2018). 33 vaddisznót azonosítottunk, amelyek genomjában több mint 10%-os arányban voltak jelen a házisertés ősök, főként Ausztriában, Bosznia-Hercegovinában, Bulgáriában és Szerbiában. Eredményeink azt sugallják, hogy a hibridizáció hosszú időn keresztül zajlott, és még mindig előfordul. Bár a vadon élő és a hazai populációk megőrizték genetikai karakterüket, a potenciális egészségügyi veszélyek aggodalomra adnak okot, és olyan kezelési intézkedések és gazdálkodási gyakorlatok végrehajtását teszik szükségessé, amelyek célja a vad- és házi sertések közötti kapcsolat csökkentése.

Annak érdekében, hogy a populációk történetét minél pontosabban rekonstruálni lehessen és napjaink változásait is megfelelően tudjuk értékelni, két olyan európai faj múzeumi mintáit is vizsgáltunk (Stronen et al., 2019), amelyek kiterjedt genomikai forrásokkal és meglévő adatokkal rendelkeznek. Ezek a vaddisznó (*Sus scrofa*) és a farkas (*Canis lupus*). Mindkét faj populációi csökkenést mutattak a huszadik században, majd erőteljes növekedés következett be. A múzeumi minták elemzése segíthet megvilágítani a vadon élő állatok genetikájában és elterjedésében bekövetkezett időbeli változásokat, ezért tanulmányunk célja az volt, hogy felmérjük az elmúlt évszázadból származó bőrminták alkalmasságát genomikai elemzésekre. A vaddisznók alacsonyabb polimorfizmust mutattak a történelmi mintákban, mint a

modern mintákban. Ezzel szemben a farkasoknál a mintázatok inkább térbeli, mint időbeli jellegűnek tűntek; a polimorfizmus, a megfigyelt- és a várható heterozigotizás magasabb volt a Kárpátokban, mint az északi farkasoknál mind a történelmi, mind a modern mintákban. Ezek az eredmények többek között segíthetnek tisztázni az európai és közel-keleti vaddisznópopulációk közötti kapcsolatokat, a szardíniai populáció eredetét, valamint a házisertés és a vaddisznó közötti, ember okozta hibridizáció tér-időbeli kiterjedését. Egyúttal rávilágítottak arra is, hogy fontos a történelmi genetikai sokféleség megértésére irányuló további erőfeszítések megtétele.

A Kárpát-medencében a vaddisznó (*Sus scrofa*) ökológiai és gazdasági szempontból egyaránt a legfontosabb vadfajok közé tartozik, ezért a faj genetikai alapjainak ismerete kulcsfontosságú a populáció pontos és fenntartható kezeléséhez. A Kárpát-medencében élő populáció genetikai szerkezetének vizsgálatához összesen 486 mintát gyűjtöttünk és genotipizáltuk 13 STR marker segítségével, melyek elemzése alapján a genetikai sokféleség hasonló szintű, mint Európa-szerte (Mihalik et al., 2020). Magyarországon két alpopulációt azonosítottunk, amelyek földrajzi régiók alapján szinte teljesen elkülönültek. Ugyanakkor a két csoport élőhelye közötti fizikai akadályok hiánya – a Kárpát-medencében nincsenek olyan természetes akadályok, mint például a magas hegyek, amelyek elválaszthatnák a populációkat egymástól – azt jelzi, hogy a genetikai különbséget valószínűleg a vaddisznók magas szaporodási rátája és kiterjedt élőhelye, illetve az okozza, hogy bizonyos genetikai nyomok mind az utolsó jégkorszakból, mind a magyarországi vízszabályozás előtti időszakból fennmaradtak. Az aktuális helyzetet az utolsó jégkorszak és a közelmúlt vízgazdálkodásának effektív hatásai magyarázhatják, valamint a vaddisznók elterjedését és genetikai sokféleségét a legtöbb mérsékelt égövi európai emlőshöz hasonlóan a többszörös éghajlati ingadozás, valamint az elmúlt évszázadok emberi tevékenységei alakították. A legutóbbi eljegesedést a vaddisznópopulációk hirtelen demográfiai és területi terjeszkedése követte, és egészen a közelmúltig úgy tűnt, hogy az ember által okozott génáramlás (pl. transzlokáció, hibridizáció) csak kisebb mértékben befolyásolta a fajt.

A vaddisznók teljes mitogenomjának elemzése és a kapott szekvenciák kombinálása a korábban közzétett adatokkal nagyobb felbontással tárta fel az európai vaddisznók filogeenezisét. Niedziałkowska et al. (2021) a faj öt európai kládját mutatta ki egyértelmű filogeográfiai mintázattal. Közülük kettő főleg a kontinens nyugati és középső részén fordult elő, míg a harmadik klád Észak-Kelet, Közép- és Délkelet-Európát fedte le. A másik két klád előfordulása meglehetősen korlátozott volt. Közép-Európában három mtDNS klád érintkezési zónáját azonosította. A populáció genetikai szerkezete a vaddisznók egyértelmű filogeográfiai mintázatát tükrözte Európa ezen részén. A déli (dinári-balkáni) és keleti (a Fekete-tenger északi térsége) területekről származó nemzetségek hozzájárulása a faj közép-kelet-európai filogenetikai mintázatához nagyobb volt, mint a dél-franciaországi, ibériai régióké, és az olasz félsziget populációié. A genetikai diverzitás a kontaktzónában előforduló populációkban volt a legnagyobb. A vizsgált populációk közötti genetikai differenciáltság (Fst) a nagyon magas és a nagyon alacsony értékek között változott.

Távolság alapú izolációt nem mutattak ki. A legintenzívebb génáramlás a vizsgált vaddisznópopsulációk között északkelet-délkeleti és kelet-nyugati irányban zajlott. Populáció genetikai szerkezete a közép- és kelet-európai vaddisznóállományban is tükrözi a faj filogeográfiai mintázatát.

A fenti tanulmányok eredményei is azt bizonyítják, hogy klímaváltozások közvetlen és közvetett hatásaira milyen gyorsan és milyen jelentős mértékben képesek reagálni egy-egy faj populációi. Ha ez egy ökológiai és gazdasági szempontból is olyan jelentős fajt érint, mint jelen esetben a vaddisznó, akkor hamar beláthatóak a klímaváltozás hatásaival összefüggő genetikai és genomikai vizsgálatok jelentősége.

5. Megoldási lehetőségek, az alkalmazkodás útjai

Az állatállományok természetes és mesterséges szelekciója a tenyésztés és az alkalmazkodás révén a mindenkori éghajlathoz való idomulás eszköze. Az állatállomány genetikai alapú válogatása az egyre gyakoribb hőstresszel szembeni immunrendszeri kihívások kezelésére is lehetőséget teremt (Caroprese et al., 2021). Például a világosabb, vékonyabb bőrű, rövid szőrű és nagyobb átmérőjű szőrszálakkal rendelkező szarvasmarhák jobban alkalmazkodnak a meleg környezethez, mint a sötétebb színű és hosszú szőrzetű állatok (Sinha et al., 2017). A CH₄ kibocsátás mérséklésének biotechnológiai módszerei közé tartozik a bakteriofágok, bakteriocinek (antibiotikus hatású fehérjék), metán oxidáló baktériumok használata, továbbá az állatok immunizálása oltásokkal a saját metanogén mikroorganizmusai ellen, és a bendóbaktériumok fermentációs jellemzőinek genetikai módosítása (Pragna et al., 2018). Filipe et al. (2020) azt javasolja, hogy a jövő állattartásának egyik stratégiája lehet az olyan őshonos állatfajták felértékelése, amelyekről ismert, hogy rendkívül ellenállóak a kedvezőtlen környezeti faktorokkal és betegségekkel szemben, alacsony táplálékigényűek (elfogadható termelési szintek a takarékos adagok ellenére) és kiváló minőségű termékeket állítanak elő. A probléma megoldásához nélkülözhetetlen ismerni az állat reakcióit a különböző mértékű hőstresszre, amiben a populációgenetikai, epigenetikai, valamint genomikai kutatásoknak meghatározó szerepe van. Ugyanilyen fontos a vad állatok populációnak folyamatos monitorzása és filogenetikai történetének feltárása. Ezáltal követhetővé és becsülhetővé válnak a demográfiai változások következményei, ami esélyt kínál a populációk, és általuk az érintett életközösségek stabilizálására. Mindezek mellett azonban ökológiai és élelmezésbiztonsági szempontból fontos az őshonos fajták tenyésztésének támogatása is, mivel ezek jobban tűrik a hőséget, mint a keresztezett és egzotikus fajták (Husen et al, 2019). Ezen tulajdonságaik és nagyfokú változatosságuk miatt az őshonos fajták magukban hordozhatják a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás kulcsát, ezért fokozott vizsgálatuk is indokolt. A termékelőállításban való preferálásuk azonban fentiekén túl olyan előnyökkel is jár, mint például a gyengébb minőségű, vagy nehezen megközelíthető élőhelyek hasznosítása, ökológiai egyensúlyának fenntartása, vagy az élelmiszerláncok rövidülése, ami által költség és energia megtakarítás érhető el, és az élelmiszerbiztonság is javul. Továbbá

ezen elemek együttes hatásaként nő a gazdaságilag fejletlenebb régiók népességmegtartó ereje, ezáltal pedig csökkenhet a migrációs nyomás, ami számtalan negatív következményével együtt szintén a klímaváltozás egyik súlyos következménye.

Irodalomjegyzék

- Akbarian A., Michiels J., Degroote J., Majdeddin M., Golian A., De Smet, S. (2016): Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7 (1): 1–14.
- Ballester J., Robine J.M., Herrmann F.R., Rodó, X. (2011): Long-term projections and acclimatization scenarios of temperature-related mortality in Europe. *Nature Communications*, 2 (1): 1–8.
- Bekele, Kindie. (2021): Assess Molecular Marker Applications for Genetic Variety Analysis In Biodiversity Conservation Status. *Mol Biol*, 10: 287.
- Bernabucci U., Colavecchia L., Danieli P.P., Basiricò L., Lacetera N., Nardone A., Ronchi, B. (2011): Aflatoxin B1 and fumonisin B1 affect the oxidative status of bovine peripheral blood mononuclear cells. *Toxicology in vitro*, 25 (3): 684–691.
- Bernabucci U., Lacetera N., Baumgard L.H., Rhoads R.P., Ronchi B., Nardone, A. (2010): Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4 (7): 1167–1183.
- Bernabucci U., Ronchi B., Lacetera N., Nardone, A. (2002): Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. *Journal of dairy science*, 85 (9): 2173–2179.
- Broadway P.R., Carroll J.A., Burdick Sanchez N.C., Cravey M.D., Corley, J.R. (2020): Some negative effects of heat stress in feedlot heifers may be mitigated via yeast probiotic supplementation. *Frontiers in veterinary science*, 6, 515.
- Caroprese M., Bradford B.J., Rhoads, R.P. (2021): Impact of Climate Change on Immune Responses in Agricultural Animals. *Frontiers in Veterinary Science*, 8.
- Chattopadhyay B., Garg K.M., Kumar A.V., Doss D.P.S., Rheindt F.E., Kandula S., Ramakrishnan, U. (2016): Genome-wide data reveal cryptic diversity and genetic introgression in an Oriental cynopterin fruit bat radiation. *BMC evolutionary biology*, 16 (1): 1–15.
- Coroian C.O., Muñoz I., Schlüns E.A., PanitiTeleky O.R., Erler S., Furdui E.M., Moritz, R.F. (2014): Climate rather than geography separates two European honeybee subspecies. *Molecular ecology*, 23 (9): 2353–2361.
- Coroian C.O., Muñoz I., Schlüns E.A., PanitiTeleky O.R., Erler S., Furdui E.M., Moritz, R.F. (2014): Climate rather than geography separates two European honeybee subspecies. *Molecular ecology*, 23 (9): 2353–2361.
- Cros E., Ng E.Y., Oh R.R., Tang Q., Benedick S., Edwards D.P., Rheindt, F.E. (2020): Fine scale barriers to connectivity across a fragmented South East Asian landscape in six songbird species. *Evolutionary applications*, 13 (5): 1026–1036.
- Dechow C.D., Goodling, R.C. (2008): Mortality, culling by sixty days in milk, and production profiles in high- and low-survival Pennsylvania herds. *Journal of dairy science*, 91 (12): 4630–4639.
- Filipe J.F., Herrera V., Curone G., Vigo D., Riva, F. (2020): Floods, hurricanes, and other catastrophes: A challenge for the immune system of livestock and other animals. *Frontiers in veterinary science*, 7, 16.
- Forastiere, F. (2010): Climate change and health: a challenge for epidemiology and public health.
- Francis R.M., Kryger P., Meixner M., Bouga M., Ivanova E., Andonov S., Wilde, J. (2014): The genetic origin of honey bee colonies used in the COLOSS Genotype-Environment Interactions Experiment: a comparison of methods. *Journal of Apicultural Research*, 53 (2): 188–204.
- Garg K.M., Chattopadhyay, B. (2021): Gene Flow in Volant Vertebrates: Species Biology, Ecology and Climate Change. *Journal of the Indian Institute of Science*, 1–12.

- Garg K.M., Chattopadhyay B., Wilton P.R., Prawiradilaga D.M., Rheindt, F.E. (2018): Pleistocene land bridges act as semipermeable agents of avian gene flow in Wallacea. *Molecular phylogenetics and evolution*, 125. 196-203.
- Gaughan J.B., Mader T.L., Holt S.M., Sullivan M.L., Hahn, G.L. (2010): Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes. *International Journal of Biometeorology*, 54 (6): 617–627.
- George W., Zoltán B., András J., Szilvia, K. (2020). IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SHEEP GENETIC DIVERSITY: A REVIEW. *Sustainable Development*, 10 (2).
- Getabalew M., Alemneh T., Akeberegn, D. (2019): Methane Production in Ruminant Animals: Implication for Their Impact on Climate Change. *Concepts of Dairy & Veterinary Sciences*. doi, 10.
- Hahn G.L., Mader, T.L. (1997): Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. In *Proceedings*, Fifth International Livestock Environment Symposium. 1997. May. USA
- Hahn G.L., Mader T.L., Harrington J.A., Nienaber J.A., Frank, K.L., (2002): Living with climatic variability and potential global change: climatological analyses of impacts on livestock performance. In *Proceedings of the 16th international congress on biometeorology*, 2002. October. Kansas City. 45–49.
- Husen, M. (2019): Impact of Climate Change on Animals Health and Productivity: A Review. *European Journal of Medical and Health Sciences*.
- Iacolina L., Pertoldi C., Amills M., Kusza S., Megens H.J., Bâlțeanu V.A., Stronen, A.V. (2018): Hotspots of recent hybridization between pigs and wild boars in Europe. *Scientific reports*, 8 (1): 1–10.
- Ilie D.E., Cean A., Csiszter L.T., Gavojdian D., Ivan A., Kusza, S. (2015): Microsatellite and mitochondrial DNA study of native eastern European cattle populations: the case of the Romanian Grey. *PloS one*, 10 (9): 0138736.
- Kadzere C.T., Murphy M.R., Silanikove N., Maltz, E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock production science*, 77 (1): 59–91.
- Kusza S., Nagy K., Lanszki J., Heltai M., Szabó C., Czarnomska, S.D. (2019): Moderate genetic variability and no genetic structure within the European golden jackal (*Canis aureus*) population in Hungary. *Mammal Research*, 64 (1): 63–69.
- Kusza S., Podgorski T., Scandura M., Borowik T., Javor A., Sidorovich V.E., Jędrzejewska, B. (2014): Contemporary genetic structure, phylogeography and past demographic processes of wild boar *Sus scrofa* population in Central and Eastern Europe. *PloS one*, 9 (3): 91401.
- Lacetera, N. (2019): Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*, 9 (1): 26–31.
- Lacetera N., Bernabucci U., Scalia D., Ronchi B., Kuzminsky G., Nardone A. (2005): Lymphocyte functions in dairy cows in hot environment. *International Journal of Biometeorology*, 50 (2): 105–110.
- Lacetera N., Segnalini M., Bernabucci U., Ronchi B., Vitali A., Tran A., Nardone, A. (2013): Climate induced effects on livestock population and productivity in the Mediterranean area. In *Regional assessment of climate change in the Mediterranean* (135–156). Springer, Dordrecht.
- Lecchi C., Rota N., Vitali A., Cecilian F., Lacetera, N. (2016): In vitro assessment of the effects of temperature on phagocytosis, reactive oxygen species production and apoptosis in bovine polymorphonuclear cells. *Veterinary immunology and immunopathology*, 182. 89–94.
- Loureiro L.O., Engstrom M.D., Lim, B.K. (2020): Comparative phylogeography of mainland and insular species of Neotropical molossid bats (*Molossus*). *Ecology and evolution*, 10 (1): 389–409.
- Mader T.L., Dahlquist J.M., Hahn, G.L., Gaughan, J.B. (1999): Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal of Animal Science*, 77 (8): 2065–2072.
- McGuigan K., Hoffmann A.A., Sgrò, C.M. (2021): How is epigenetics predicted to contribute to climate change adaptation? What evidence do we need?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 376 (1826) 20200119.

- Meixner M.D., Worobik M., Wilde J., Fuchs S., Koeniger, N. (2007): *Apis mellifera mellifera* in eastern Europe—morphometric variation and determination of its range limits. *Apidologie*, 38 (2): 191–197.
- Mihalik B., Frank K., Astuti P.K., Szemethy D., Szendrei L., Szemethy L., Stéger, V. (2020): Population Genetic Structure of the Wild Boar (*Sus scrofa*) in the Carpathian Basin. *Genes*, 11 (10): 1194.
- Naka L.N., Brumfield, R.T. (2018): The dual role of Amazonian rivers in the generation and maintenance of avian diversity. *Science advances*, 4 (8) eaar8575.
- Nardone A., Lacetera N., Bernabucci U., Ronchi, B. (1997): Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *Journal of dairy Science*, 80 (5): 838–844.
- Niedziałkowska, M., Tarnowska, E., Ligmanowska, J. (2021): Clear phylogeographic pattern and genetic structure of wild boar *Sus scrofa* population in Central and Eastern Europe. *Sci Rep* 11, 9680. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88991-1>
- OIE. (2008): Report of the Meeting of the OIE Scientific Commission for Animal Diseases. http://www.oie.int/download/SC/2008/A_SCAD_feb2008.pdf. (2021.10.04.)
- Oleksa A., Tofilski, A. (2015): Wing geometric morphometrics and microsatellite analysis provide similar discrimination of honey bee subspecies. *Apidologie*, 46 (1): 49–60.
- Oleksa A., Chybicki I., Tofilski A., Burczyk, J. (2011): Nuclear and mitochondrial patterns of introgression into native dark bees (*Apis mellifera mellifera*) in Poland. *Journal of Apicultural Research*, 50 (2): 116–129.
- Oleksa A., Kusza S., Tofilski, A. (2021): Mitochondrial DNA Suggests the Introduction of Honeybees of African Ancestry to East-Central Europe. *Insects*, 12 (5): 410.
- Péntek–Zakar E., Oleksa A., Borowik T., Kusza, S. (2015): Population structure of honey bees in the Carpathian Basin (Hungary) confirms introgression from surrounding subspecies. *Ecology and Evolution*, 5 (23): 5456–5467.
- Pragna P., Chauhan S.S., Sejian V., Leury B.J., Dunshea, F.R. (2018): Climate change and goat production: Enteric methane emission and its mitigation. *Animals*, 8 (12): 235.
- Purusothaman M.R., Thiruvankadan A.K., Karunanithi, K. (2008): Seasonal variation in body weight and mortality rate in Mecheri adult sheep. *Livest. Res. Rural Develop*, 20 (9).
- Rose H., Wang T., van Dijk J., Morgan, E.R. (2015): GLOWORM-FL: a simulation model of the effects of climate and climate change on the free-living stages of gastro-intestinal nematode parasites of ruminants. *Ecological Modelling*, 297. 232–245.
- Senczuk G., Guerra L., Mastrangelo S., Campobasso C., Zoubeyda K., Imane M., Bovita Consortium. (2020): Fifteen shades of grey: combined analysis of genome-wide SNP data in steppe and Mediterranean grey cattle sheds new light on the molecular basis of coat color. *Genes*, 11 (8): 932.
- Sinha R., Ranjan A., Lone S., Rahim A., Devi I., Tiwari, S. (2017): The impact of climate change on livestock production and reproduction: ameliorative management. *International Journal of Livestock Research*, 7 (6): 1–8.
- St-Pierre N.R., Cobanov B., Schnitkey G. (2003): Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *J. Dairy Sci.*, 86: E52–E77.
- Stronen A.V., Iacolina L., Pertoldi C., Kusza S., Hulva P., Dykyy I., Faurby, S. (2019): The use of museum skins for genomic analyses of temporal genetic diversity in wild species. *Conservation Genetics Resources*, 11 (4): 499–503.
- Tisdell, C. (2003): Socioeconomic causes of loss of animal genetic diversity: analysis and assessment. *Ecological Economics*, 45 (3): 365–376.
- Vetter S.G., Ruf T., Bieber C., Arnold, W. (2015): What is a mild winter? Regional differences in within-species responses to climate change. *PloS one*, 10 (7): e0132178.
- Vitali A., Felici A., Esposito S., Bernabucci U., Bertocchi L., Maresca C., Lacetera, N. (2015): The effect of heat waves on dairy cow mortality. *Journal of dairy science*, 98 (7): 4572–4579.

- Vitali A., Segnalini M., Bertocchi L., Bernabucci U., Nardone A., Lacetera, N. (2009): Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *Journal of dairy science*, 92 (8): 3781–3790.
- Wanjala G., Bagi Z., Jávör A., Kusza Sz. (2020): Impacts of Climate Change on Sheep Genetic Diversity: A Review. *Natural Resources and Sustainable Development*. 10: 240–261.
- Wilson A., Mellor, P. (2008): Bluetongue in Europe: vectors, epidemiology and climate change. *Parasitology research*, 103 (1): 69–77.

AZ EGYNYÁRI ÜRÖM (*ARTEMISIA ANNUA* L.) BIOAKTÍV ANYAGAINAK ANTIOXIDÁNS KAPACITÁS VIZSGÁLATA

Lantos Ferenc¹ – Tóth Csenge² – Makra László¹

STUDIES ON THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF BIOACTIVE SUBSTANCES OF SWEET WORMWOOD (*ARTEMISIA ANNUA* L.)

¹Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely

²Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Természettudományi Kar, Eger

Absztrakt: Az EU egészségügyi felmérése alapján a közép-európai tagállamok lakosságának túlnyomó része, szabadgyökök által kiváltott valamilyen betegségben (pl.: kimerültség, szív- és érrendszeri zavarok, rosszindulatú daganatos megbetegedések stb.) szenved. A halálozási arányszámot tekintve tekintve Magyarország az elsők között szerepel, annak ellenére, hogy hazánk több száz éves zöldség-, gyümölcs-, szőlő-, valamint gyógynövénytermesztési tradícióval rendelkezik. A gyógynövények terápiás igénybe vétele a magyar akadémiai orvoslás területén viszonylag kis helyet foglal el, ugyanakkor az ázsiai fototerápia kutatások jelentős gyógyhatással rendelkező növénykutatásokról számolnak be. Munkánk célja az *Artemisia annua* eddig feltárt bioaktív anyagai antioxidáns hatásának vizsgálata. Az ORAC és DPPH laboratóriumi méréseink azt mutatták, hogy a gyógynövény vegetatív részei jelentős antioxidáns hatást mutatnak, míg a generatív mag és az artemizinin hatóanyag egyáltalán nem rendelkezik antioxidáns hatással. A Kínában forgalmazott leveles hajtásokból készült tea viszont ígéretes antioxidáns kapacitás értékeket mutatott.

Abstract: According to the EU health survey, the vast majority of the population in Mid-East European Member States suffer from a free radical-induced disease (e.g. fatigue, cardiovascular disorders, malignancies, etc.). Unfortunately, Hungary is among the first in terms of mortality, despite the fact that Hungary has a hundred-year-old tradition of growing vegetables, fruits, grapes and herbs. The therapeutic use of herbs occupies a relatively small place in the field of Hungarian academic medicine. However Asian phototherapy research reports herbal research with significant therapeutic effects. The aim of our work was to investigate the antioxidant effect of the bioactive substances of *Artemisia annua* discovered so far. ORAC and DPPH laboratory measurements showed that vegetative parts of the herb indicate substantial antioxidant effect, while the generative seed and artemisinin have no antioxidant effect at all. On the other hand, tea made from leafy shoots, originated from China, showed promising antioxidant capacity values.

Kulcsszavak: egyényári üröm (*Artemisia annua*), ORAC, DPPH, antioxidáns kapacitás

Keywords: sweet wormwood (*Artemisia annua*), ORAC, DPPH, antioxidant capacity

1. Bevezetés

Az *Artemisia annua* egyényári, lágyszárú, rövidnappalos gyógynövény. Leginkább Ázsia mérsékelt égövében őshonos. Géncentrumát Kínában találjuk. Gyógyhatásai miatt napjainkban már számos országban termesztik, ezért különböző termesztett típusai megtalálhatók Észak- és Dél-Amerikában, Dél- és Kelet-Európában is (Das, 2012, Bilia et al., 2014). Hazánkban államilag elismert egyényári ürömfajta vagy hibrid még nincs köztermesztésben.

Gyökere mélyre hatoló karógyökér, erős oldalgyökerekkel. Szára magasra törő, szörtelen, barnás, vagy ibolyakék színű, akár 2 m magasra is megnő. Levelei 3-5 cm

hosszúak, 2-4 cm szélesek, 3 csúcsra osztó mély vágásokkal. A levélszár hiányzik. Jellegzetes a levelek intenzív aromás illata, amely a benne termelődő artemizinin (1,5-2%) tartalomnak tulajdonítható (WHO, 2006). Virágzata öntermékenyülő füzérvirágzat. Botanikai besorolása alapján az Asteraceae családba tartozik. Korong alakú, kisméretű (2-2,5 mm), zöldes-sárga színű, szőrtelen virágai egymást fedő lapokból állnak. Magjai aprók (0,6-0,8 mm), barna színűek. Ezermagtömegük 0,03 g körüli. Termése kicsi, száraz, vékony falú, fényes, kicsi vékony barázdákkal jelölt. Egyetlen magot tartalmaz (Royal Botanic Gardens, 2015). Az egynyári üröm (*Artemisia annua* L.) leveles hajtásaiból kimutathatók komplex terpenoidok, amelyek között az artemisinin különféle patológiák kezelésében (pl. malária) jelentős bioaktív hatással bír (Csupor és Szendrei, 2016). Ezenkívül a növény más anyagokat, pl. terpéneket, flavonoidokat (*artemetin*, *chrysospleneti*, *chrysosplenos*, *krinilinol*, *eupatorin*), fenolsavakat és kumarinokat is termel, amelyek egy ún. farmakodinamikai szinergiának nevezett jelenség révén növelik az artemizinin hatását és hatékonyságát, valamint antioxidánsként hatnak és stimulálják az immunrendszert (Munyangi et al., 2020; <https://www.artennua.com/artemisia-annua/>).

A szabadgyökök olyan reakcióképes molekulák, vagy molekula részletek, melyek külső elektronpályái egy egyedülálló, ún. párosítatlan elektront tartalmaznak. Reakcióképességük éppen emiatt igen erős. A túlzott mértékben előforduló szabadgyökök már nagymértékben károsíthatják a DNS-t (sejtméreg), így az általuk generált reakciók a szervezet megbetegedéséhez vezethetnek (Halliwell, 2012). Az antioxidánsok olyan molekulák, amelyek kisebb mennyiségben vannak jelen szervezetünkben az oxidálódó anyaghoz képest, de jelentős mértékben csökkenteni, vagy akár gátolni is képesek annak oxidációját. Az antioxidánsok olyan bioaktív anyagok, melyek lehetnek lipofilek (*E-vitamin*, *β-karotin*, *A-vitamin*), hidrofilek (C-vitamin, aminosavak, polifenolok), citoszol antioxidánsok (*Q₁₀ koenzim*), valamint szerkezeti antioxidánsok (*nyomelemek*, pl. *szelén*, *cink*, *aminosavak*, *szelenocisztein*) (Cornetti, 2009).

A tanulmány célja, hogy az egynyári üröm (*Artemisia annua* L.) vegetatív és generatív részeinek antioxidáns hatását megvizsgáljuk.

2. Anyag és módszer

A vizsgált növényanyagok teszttermesztését a szentesi székhelyű, elsősorban vetőmag-nemesítéssel foglalkozó Duna-r Kft. kutató telephelyén végeztük el 2020-21-ben. Az egynyári üröm palántákat fűtött palántanevelő fóliasátorban neveltük a következő paraméterek mellett: éjjeli és nappali hőmérséklet: 20-26 °C, levegő páratartalom: 80%, és rendszeres öntözés. A kiültetés mindkét évben május végén történt 1 m x 1 m kiterjedésű területen. A palántákat erős, átlagosan 40 cm magas szár és dúsan elágazó hajtásrendszer jellemezte. A vizsgált növényállomány természetes viszonyok között növekedett, kiegészítő tápanyag-utánpótlást, növényvédelmet, vagy egyéb fitotechnikai módszereket nem alkalmaztunk.

A laboratóriumi vizsgálatokat és meghatározásokat a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Karán végeztük el. A munka fő

irányelve: az egynyári üröm (*Artemisia annua* L.) részei (leveles hajtás és mag), a Kínában készült tea, valamint a növényben termelődő artemizinin hatóanyag antioxidáns kapacitásának a meghatározása volt.

Mindkét eljárás esetében a méréseket három-három ismétlésben hajtottuk végre.

2.1. A vizsgált minták

- *Artemisia annua* vegetatív része: leveles hajtás, tea
- *Artemisia annua* generatív része: mag
- 98%-os tisztaságú artemizinin.

1. ábra: *Artemisia annua* palánta leveles hajtásai



(forrás: Lantos F.)

2.2. DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés

A módszer lényege, hogy a lila színű, DPPH szabadgyököt a környezetében található antioxidánsok redukálják, aminek következtében annak színintenzitása csökken. A reakció végén a színintenzitás csökkenésének mértékét spektrofotométerrel vizsgálva az antioxidáns kapacitás kifejezhető az EC50 értékkel, ami a teljes gátlás kifejtéséhez szükséges anyagmennyiség felét jelöli. Ez alapján belátható, hogy minél

kisebb az EC50 érték, annál magasabb az antioxidáns kapacitás, ugyanis annál kevesebb anyag szükséges a hatás kifejtéséhez (Frankel és Meyer, 2000).

2.3. ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) oxigéngyök abszorpció kapacitásmérés

Az ORAC módszert Cao és munkatársai fejlesztették ki (1993). A mérés során a próba molekula (fehérje) a peroxil gyökökkel (ROO) reagálva oxidatív sérülést szenved, ezért az általa kibocsátott fluoreszcens jel intenzitása csökkenni fog. Antioxidánsok jelenlétében ez a reakció gátlódik. A peroxil gyököket az AAPH (2,2'-azo-bis (2-amidinopropán)-dihidroklorid) azofesték termolízise következtében nyerik. Az eredeti módszerben használt fehérjének, vagyis a β -fikoeritrinnek számos hátránya volt (a fényérzékenység, a polifenolos vegyületekkel való reakció stb.). E hátrányok kiküszöbölésére a fluoreszcein használatát vezették be. Reakció körülmények: pH=7,4, 37°C. A módszer kivitelezése során az AAPH-val generált szabadgyököket a környezetében található antioxidánsok semlegesítik és ezen folyamat során bekövetkező fluoreszcencia-változás mértékéből lehet az antioxidáns kapacitást számolni. A mérés mikrogramm Trolox ekvivalens/liter értékben ($\mu\text{gTE/l}$) adja meg az adott antioxidánsok kapacitását. Ez alapján belátható, hogy minél nagyobb az érték annál magasabb az antioxidáns kapacitás, ugyanis annál több Troloxnak felel meg egységnyi mennyiségű minta (Cao, et al., 1993; Balogh, 2010).

3. Eredmények

A laboratóriumi minták vizsgálatát először DPPH, majd egy modernebb, az ORAC antioxidáns hatás meghatározására alkalmas módszerrel végeztük el. A kapott eredmények szignifikancia analízissel értékeltük.

1. táblázat: A DPPH és ORAC átlagértékek összefoglaló táblázata

Minták	DPPH EC ₅₀ ($\mu\text{g/l}$)	ORAC (mmolTE/g)
leveles hajtás	10,48 \pm 0,46	2,46 \pm 0,13
mag	45,42 \pm 2,84	0,83 \pm 0,01
tea	13,65 \pm 0,69	1,92 \pm 0,03
artemizinin	–	0,28 \pm 0,18

3.1. A T-próba eredményei

A DPPH és az ORAC vizsgálatok eredményei egyértelműen rámutattak, hogy az egygyári üröm egyes részei között lényegesen eltérő az antioxidáns kapacitás mértéke. Az egyenkénti mérések eredményei alapján megállapítható volt, hogy az *Artemisia annua* (1) vegetatív részének (leveles hajtás és tea), valamint generatív részének (mag) a két mérési módszer szerinti páronkénti analízise azok antioxidáns hatásainak szignifikáns eltérését jelezték még a 0,1%-os valószínűségi szinten is, továbbá (2) mindhárom vizsgált növényrész mindkét módszerrel (DPPH és ORAC) külön-külön meghatározott páronkénti antioxidáns kapacitásai között szignifikáns eltérés tapasztalható még a 0,1%-os valószínűségi szinten is. Ugyanakkor az

artemizinin esetében a DPPH módszer egyáltalán nem mutatott ki antioxidáns hatást, míg az ORAC módszer igen csekély antioxidáns hatást jelzett. 100% DPPH-gyökfogó kapacitás $1,14 \cdot 10^{-4}$ mmol DPPH gyök semlegesítését jelenti (Hegedűs, 2013).

4. Következtetések, összegzés

Az általunk vizsgált két év teszttermesztési eredményei az igazolták, hogy az egynyári üröm a Dél-Alföld ökológiai viszonyai mellett, különösebb termesztéstechnikai eljárások, meghatározó növényvédelem alkalmazása nélkül is termesztethető. Mivel a fészkesvirágzatúak családjába tartozó egyéves növény, így kiválóan alkalmazható lenne a szabadföldi zöldségtermesztés vetésváltásába, másodveteményként. Amennyiben a gyógyszerésztudomány gyógytermékgyártási alapanyagként tekinti az *Artemisia annua* gyógynövényt, annak hosszútávú, nyereséges termesztése kidolgozásra váró kertészettudományi feladat lehetne!

Az elvégzett antioxidáns kapacitás vizsgálatok eredményei alapján kijelenthetjük, hogy az *Artemisia annua* leveles hajtásai rendelkeznek legnagyobb gyökfogó hatással. A leveles hajtásokból hagyományos eljárással készített kínai tea DPPH és ORAC módszer eredményei ugyancsak azt bizonyítják, hogy a gyógynövény bioaktív anyagai a vegetatív részekben termelődnek. A kapott eredményeink és más tanulmányok is az bizonyítják (Skowrya et al., 2014), hogy a szabadgyökök semlegesítését tekintve az *Artemisia annua* gyógynövény alkalmas lehet, például az élelmiszer-mátrixban vagy állati takarmányok előállításában (Brisibe és Umoren, 2009) a szintetikus antioxidánsok helyettesítésére.

Munkánkat kezdeti kutatásnak tekintjük, a jövőben szeretnénk kidolgozni azt a hatékony agrokémiai tápanyag-ellátást, amely emelni tudja az egynyári üröm bioaktív anyagainak koncentrációját!

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Karának, valamint Dr. Kerekes Diánának a laboratóriumi munkák elvégzésében nyújtott segítségért!

Irodalomjegyzék

- Hegedűs A. (2013): *A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése*. Budapesti Corvinus Egyetem Genetika és Növénynevelés Tanszék. Akadémiai Doktori Értekezés.
- Balogh E. (2010): *Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogys gyümölcsök esetében*. PhD értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Alkalmazott Kémia Tanszék, 2010.
- Bilia A. R., Santomauro F., Sacco C., Bergonzi M. C., Donato R. (2014): Essential oil of *Artemisia annua* L.: an extraordinary component with numerous antimicrobial properties. *Complementary and Alternative Medicine*.
- Brisibe E.A., Umoren A. (2009): Nutritional characterisation and antioxidant capacity of different tissues of *Artemisia annua* L. August 2009. *Food Chemistry* 115(4):1240-1246.

- Cao G. H., Alessio H. M., Cutler R. G. (1993): Oxygen-radical absorbancy capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, (14):303-311.
- Cornetti U. (2009): Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in Dermatology*, (27):175-194.
- Csupor D., Szendrei K. (2016): *Artemisia annua*- artemzin. *Gyógyszerészet* 60. 1-3.
- Das S. (2012) *Artemisia annua* (qinghao): A pharmacological review. *International journal of pharmaceutical sciences and research*: 4573–4577.
- Frankel E. N., Meyer A. S. (2000): The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (80):1925-1941.
- Halliwell B.: Free radicals and antioxidants: updating a personal view. *Nutr Rev* 2012; 70(5): 257-65.
- Munyangi J., Cornet-Vernet L., Idumbo m., Chen Lu., Lutgen p., Perronne Ch., Ngombe N., Bianga J., Mupenda B., Lalukala P., Mergeai G., Mumba D., Towler M., and Weathers P. (2020): Effect of *Artemisia annua* and *Artemisia afra* tea infusions on schistosomiasis in a large clinical trial. *Phytomedicine*. 2020 September 22; 78: 153303
- Skowrya M., Gallego g. M., Segovia F., and Almajano M. (2014): Antioxidant Properties of *Artemisia annua* Extracts in Model Food Emulsions. *Antioxidants* (Basel). 2014 Mar; 3(1): 116–128.
- Royal Botanic Gardens (2015): "*Artemisia annua* (sweet wormwood)". Archived from the original on October 6, 2015. Retrieved November 25, 2015.
- WHO *monograph on good agricultural and collection practices* (GACP) for *Artemisia annua* L.2006. <https://www.artennua.com/artemisia-annua/>

OKOS CSOMAGOLÁSOK AZ ÉLELMISZERIPARBAN ÉS AZOK VÁRHATÓ FOGADTATÁSA: EGY KVANTITATÍV FELMÉRÉS TAPASZTALATAI

Lendvai Edina – Tóth Anita

INTELLIGENT PACKAGING IN THE FOOD INDUSTRY AND ITS EXPECTED ACCEPTANCE: EXPERIENCE OF A QUANTITATIVE SURVEY

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet, Szeged

Absztrakt: Tanulmányunk célja, hogy bemutassuk az újszerű intelligens – vagy más néven - okos csomagolás helyzetét és szerepét az élelmiszeriparban. Munkánk során ismertetjük a csomagolás alapvető feladatait, funkcióit, és a - hazánkban - újdonságnak számító intelligens csomagolást. Online kérdőív segítségével kutatást végeztünk az okos csomagolással kapcsolatos fogyasztói ismeretekről, igényekről, valamint a vásárlási szokásokról. Megállapítottuk, hogy a fogyasztók egy meghatározott rétege egyre jobban előnyben részesíti az innovatív, könnyen kezelhető, valamint praktikus csomagolásokat, főleg, ha azok javítják az élelmiszerek minőségét, biztonságosságát és hozzátesznek a környezettudatos szemlélethez.

Abstract: The aim of our study is to present the current situation and role of intelligent packaging in the food industry. In our work we describe the basic tasks and functions of packaging, and intelligent packaging, which is novelty in Hungary. Basic on online questionnaire we conduct research on consumer knowledge, needs and trends in smart packaging in Hungary. It was found that a specific segment of the consumers tend to choose innovative, easy-to-use and practical packaging, especially if it improves the quality and safety of food and use an environmentally conscious approach.

Kulcsszavak: intelligens csomagolás, élelmiszeripar, kvalitatív kutatás

Keywords: intelligent packaging, food industry, qualitative survey

1. Bevezetés

Az élelmiszerek csomagolásán azt a tevékenységet értjük, melynek során az élelmiszert - a fogyasztó távollétében - úgy helyezik csomagolóanyagba, hogy annak felnyitása vagy megsértése nélkül a tartalom ne legyen megváltoztatható (1995. évi XC. tv). A csomagolás tehát elengedhetetlen a tárolás és a végső fogyasztás céljára szánt élelmiszerek minőségének megőrzésének érdekében. Az intelligens, más néven okos csomagolás fejlesztése egy feltörekvő technológia az élelmiszeripar területén, mely hozzájárul az élelmiszerek nyomon-követhetőségének, biztonságának és minőségének javításához. Az innováció lényege, hogy a csomagolásban bizonyos összetevők reagálnak a csomagolás belső terében lejátszódó fizikai, kémiai vagy biológiai romlásból eredő folyamatokra, és informálják a fogyasztót a termék minőségének megváltozásáról (Schaefer–Cheung, 2018).

Kutatásunk során az volt a célunk, hogy a releváns szakirodalmak áttekintése után megismerjük a hazai fogyasztók - az élelmiszerek csomagoláshoz kapcsolódó - vásárlási és fogyasztási szokásait, valamint az okos csomagolással kapcsolatos

ismereteit, attitűdjeit. Jelen tanulmányban ezen kutatásból mutatjuk be a fontosabb eredményeket.

1.1. A csomagolás célja, szerepe, feladatai

A csomagolás célja a termékek mennyiségének és minőségének megóvása a termeléstől a rendeltetésszerű felhasználásig, az ellátási láncban keresztül (Bereczkiné, 2010).

A termékek csomagolása alapvetően a következő feladatokat látja el:

- védelmi funkció,
- információt közlő funkció,
- marketing funkció.

A védelmi funkció kétirányú. Egyrészt védeni kell a terméket a környezeti hatásoktól, másrészt a környezetet is védeni kell az áru káros hatásaitól (pl. veszélyes áru, vegyi anyag esetén). A termékeket a szállítás, a tárolás, az anyagmozgatás közben különböző külső hatások érhetik, amik következménnyel lehetnek a minőségükre, az állapotukra, a felhasználhatóságukra (Pató–Szűcs, 2013).

A csomagolás, mint információhordozó lehetővé teszi a termék és az előállító egyértelmű azonosítását, a fogyasztónak pedig teljes körű és objektív tájékoztatást nyújt. Figyelni kell arra, hogy a feltüntetett tájékoztatás a jogszabályokban, szabványokban rögzített kötelezettségeknek megfeleljen. Tartalmaznia kell az ételnevet pontos megnevezését, az összetevőket, az allergéneket. Emellett szerepelnie kell a nettó mennyiségnek a termékre jellemző mértékegységben, a minőségmegőrzési, illetve a fogyaszthatósági időnek. Ezekon kívül a tárolási vagy felhasználási feltételeknek, a felelős élelmiszerállalkozó nevének és címének, valamint a származási országnak vagy az eredet helyének is jelen kell lennie a csomagoláson. Fel kell tüntetni még a felhasználási útmutatót, szeszes italok esetén az alkoholtartalmat, és 2016-tól kezdve a tápérték adatokat is (Tiefbrunner, 2010).

A marketing funkciót az élelmiszerek esetében az egyre lényegesebb vevői elvárásoknak való megfelelés indokolja. A csomagolásnak mintegy "néma eladóként" kell funkcionálnia, hiszen nincs ott minden terméknel egy eladó. Szinte át kell vennie az értékesítés feladatát, vagyis fel kell hívnia a fogyasztók figyelmét a termékre, megkülönböztetőnek és vonzóknak kell lennie. A csomagolás kommunikációs szerepét tovább erősíti a fogyasztói jólét, ami azt jelenti, hogy a vevők bizonyos szegmense hajlandó valamennyivel többet fizetni a színvonalas csomagolás kényelméért és presztízsértékéért (Szakály, 2017).

1.2. A csomagolástechnika új lehetősége, az intelligens csomagolás

Napjaink csomagolóanyag trendjeit leginkább a környezettudatosság határozza meg. A népesség, az iparosodás, illetve a gyakran pazarló fogyasztás növekedésével a hulladékok mennyisége is növekszik. A termékek, technológiák kialakítása során egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a melléktermékek hasznosítására, a termelési veszteségek csökkentésére és a környezetre gyakorolt hatásokra (Schäffer, 2008). Emellett egyre jobban előtérbe kerülnek az élelmiszerpazarlással kapcsolatos kutatások. A FAO becslése szerint a globális élelmiszer ellátási láncban a megtermelt

élelmiszerek jelentős hányada – mintegy egyharmada – végzi hulladékként, amely mintegy 1,3 milliárd tonnát tesz ki évente. Hazánkban a NÉBIH felmérése alapján kb. 68 kg/ fő-re tehető a keletkezett élelmiszerhulladék mennyisége (Szabó-Bódi et al., 2019).

Az intelligens vagy más néven okos csomagolás az előzőekben leírt hatalmas mennyiség csökkentésére ad lehetőséget.

A csomagolásban az „okosságnak” sok jelentése lehet, és számos funkciót lefed, a csomagolandó terméktől függően. Az okosnak vagy intelligensnek nevezhető csomagolásoknak az alábbi feltételeknek kell megfelelni:

- Őrizze meg az integritását és aktívan akadályozza meg az étel romlását (hosszabbítsa meg az eltarthatósági időt).
- Javítsa a termék tulajdonságait (megjelenés, íz, aroma stb.).
- Aktívan reagáljon a termék vagy a csomag környezetében bekövetkezett változásokra.
- Közlje a felhasználóval a termékinformációkat, a termékelőzményeket vagy egyéb körülményeket.
- Segítsen a légmentes zárás sértetlenségének jelzésében.
- Erősítse meg a termék eredetiségét, és jelezzen lopás esetén.

A mutatókat intelligensnek vagy interaktívnak nevezik, mert kölcsönhatásba lépnek az ételben lévő vegyületekkel (Han et al., 2005).

2. Anyag és módszertan

Vizsgálatunk során kérdőíves kutatást végeztünk. A kérdéssor segítségével arra kerestük a választ, hogy a fogyasztók milyen ismeretekkel rendelkeznek az okos csomagolással kapcsolatban. Az ismeretek felmérésén túl a témával kapcsolatos attitűdöket, motivációkat is igyekeztünk megismerni. Fel szerettük volna mérni a fogyasztók igényét az intelligens csomagolásra, emellett kíváncsiak voltunk arra is, hogy hajlandók lennének-e többet fizetni érte. Az intelligens csomagolásra irányuló kérdések előtt az élelmiszeripari csomagolással kapcsolatban tettünk fel néhány kérdést. A kérdőívet 2021 tavaszán, elektronikus formában osztottuk meg, elsősorban ismerőseink körében, és arra biztattuk őket, hogy kitöltés után küldjék tovább másoknak is. Néhány hét alatt sikerült 250-nél több kitöltést elérni.

A kérdőív eredményeit Microsoft Excel programmal dolgoztuk fel, a diagramok is ezen program segítségével készültek.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A kérdőívkitöltők bemutatása - demográfiai ismérvek alapján

Az online kérdőívet 256 személy töltötte ki. Elsőként a demográfiai kérdéseket értékeltük, melyet az alábbiakban foglalunk össze (1. táblázat). A %-os értékeket egy tizedesjegyre kerekítve adjuk meg.

1. táblázat: A kutatásban résztvevők száma, megoszlása egyes demográfiai adatok alapján (N=256)

Demográfiai ismerv	Fő	%
nem		
nő	209	81,6
férfi	47	18,4
korcsoport		
18-25	50	19,5
26-45	97	37,9
46-65	91	35,5
65 év feletti	18	7,0
lakóhely		
főváros	18	7,0
megyeszékhely	47	18,4
város	162	63,3
község/falu	29	11,3

Forrás: A szerzők saját kutatása

A kérdőívet főleg nők töltötték ki 81,6%-ban. Ennek okát abban látjuk, hogy elsősorban ők szoktak élelmiszert vásárolni, így a kérdőív témája inkább az ő érdeklődésüket keltette fel.

Az online kitöltés ellenére, szerencsére, minden korosztályt sikerült megszólítanunk. Ugyanakkor kiemelkedőnek mondható a 26-45, valamint a 46-65 év közöttiek aránya, míg a 65 éven felettieké elhanyagolható. Emiatt az ő korcsoportjuk nem releváns a kiértékelés szempontjából.

A válaszadók több mint fele nem megyei jogú városban él (63,3%), míg a megyeszékhelyen lakók 18,4%-ban, a falusiak 11,3%-ban, a fővárosiak pedig 7,0%-ban képviseltették magukat.

A fent leírtak alapján elmondhatjuk, hogy felmérésünk nem reprezentatív, ugyanakkor lehetőséget kaptunk a különböző demográfiai tulajdonsággal bíró fogyasztók véleményének megismerésére.

3.2. A fogyasztói szokások elemzése az online megkérdezés alapján

3.2.1. A csomagolással, illetve az élelmiszerek minőségmegőrzésével kapcsolatos szokások vizsgálata

Első kérdésünk a csomagolásokon megtalálható minőségmegőrzési vagy fogyaszthatósági időhöz kapcsolódott. A válaszadók közel fele (48,4%) általában betartja a gyártók által meghatározott lejárati időt, míg 9 fő (3,5%) nem foglalkozik vele. 24,2% vallotta magáról azt, hogy mindig figyelembe veszi a feltüntetett eltarthatósági időt, míg a megkérdezettek 23,8%-a érzékszervileg megvizsgálja mielőtt elfogyasztja vagy kidobja az adott élelmiszert (1. ábra)

1. ábra: A válaszadók megoszlása a csomagoláson lévő minőségmegőrzési idő betartásával kapcsolatban (N= 256, %)



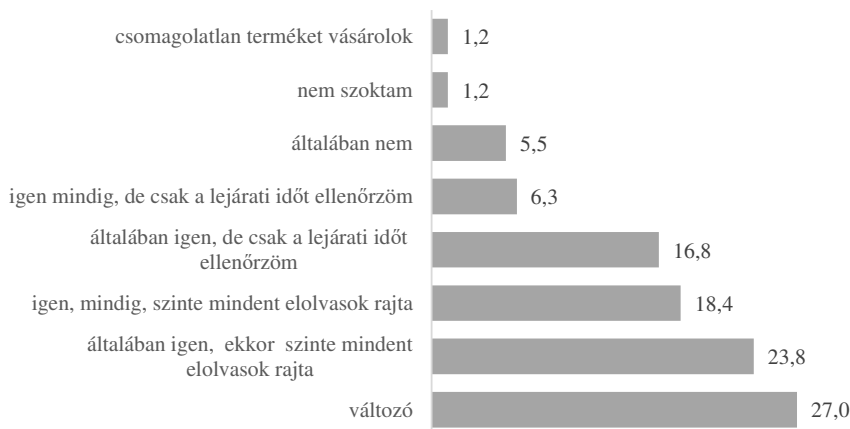
Forrás: A szerzők saját kutatása

A következő kérdés is a minőségmegőrzési időhöz köthető, de itt arról szerettünk volna információt kapni, hogy a válaszadók mennyi idő múlva dobják ki az ételt, ha látják a csomagoláson, hogy letelt az eltarthatósági ideje. Az eredmények kiértékelése alapján megtudtuk, hogy a kutatásunkban résztvevőknek csupán 7,8%-a dobja ki mindig azonnal az élelmiszert, míg 19,9% általában nem rögtön teszi ezt meg. A kitöltők kb. 25%-a azt az opciót választotta, miszerint általában kidobja a terméket, míg legtöbben, 119 fő (46,5%) érzékszervileg ellenőrzik az élelmiszert, majd ezután döntenek csak a sorsáról. Pozitívként értékeljük, miszerint a felmérésben résztvevők közel fele figyel arra, hogy feleslegesen ne kerüljön a szemét közé olyan étel, ami még elfogyasztható.

A következő kérdésünkkel azt tudakoltuk meg, hogy a kitöltők milyen gyakorisággal nézik meg a csomagolásokon található információkat, és elsősorban mit figyelnek meg. A válaszokat a 2. ábra foglalja össze.

A kutatásban résztvevők jelentős része (42,2%) minden alkalommal vagy sokszor elolvassa az összes információt. Van egy réteg (23,1%), amelyik csak a minőségmegőrzési idővel foglalkozik, 27% azt jelölte meg, hogy hol így-hol úgy cselekszik, és 6,7% mondta azt, hogy jellemzően nem foglalkozik a csomagoláson olvasható információkkal. Ez az eredmény azt mutatja számunkra, hogy a fogyasztók egyre inkább tudatos élelmiszerfogyasztói magatartást folytatnak.

2. ábra: A megkérdezettek megoszlása a csomagolásokon található információkhoz való viszony szerint (N=256, %)



Forrás: A szerzők saját kutatása

3.2.2. Az okos csomagolással kapcsolatos ismeretek, vélemények felmérésének eredményei

A további kérdések már konkrétan az okos vagy intelligens csomagolással voltak összefüggésben. Ezek közül mutatunk be párat.

Elsőként egy feladatot kaptak a résztvevők, le kellett írniuk, mire asszociálnak az intelligens csomagolás szó hallatán.

A legtöbben a fenntarthatósággal kapcsolatos kifejezéseket használták, mint környezettudatosság, környezetvédelem, újrahasznosítás, környezetbarát, öko, lebomló, környezetkímélő, hulladékmentes, természetvédelem, zöld, vagy könnyen lebomló anyagból készülő csomagolás. A válaszok másik nagy csoportját az innovációhoz lehet kötni, pl. a modern, modernizáció, korszerű, jövő, újdonság, új lehetőség, technológia, illetve futurisztikus kifejezések esetében. A csomagolás jellemzőit megfogalmazók úgy gondolták, hogy ez egy praktikus, hasznos, ízletes, hatékony, ugyanakkor gazdaságos csomagolás. Egyeseket tévútra vezetett a megnevezés, hiszen úgy vélték, a csomagolás aktív funkciókkal rendelkezik, mint például magától becsomagolja a tartalmát, beszélni is tud vagy applikációval lehet kinyitni a csomagolást. Voltak olyan személyek is, akik - úgy tűnt - ismerik ezt a csomagolást, hiszen, arra asszociáltak, a csomagolás tájékoztat minket az étel romlottsági állapotáról, esetleg a nyomon követhetőséget, biztonságot, minőséget, szavatosságfigyelést tájékoztatást, továbbá a színváltozást említették.

A játékos feladat után megmagyaráztuk a kitöltők számára ennek a csomagolási módnak a lényegét. A további kérdések ezután kerültek megfogalmazásra.

Elsőként az kérdeztük tőlük, hogy a definíció tudatában hallottak-e már ezen innovációról. A kapott válaszok nem voltak meglepők: a résztvevők 76,2%-a nem hallott még róla, 19,5% pedig igen, emellett 11 fő nem volt benne biztos. Azok, akik

hallottak róla az alábbi demográfiai jellemzőkkel bírnak: 18-45 év közötti, városban élő, felsőfokú végzettséggel rendelkező nők.

Hasonló arányt kaptunk a következő kérdéseinkre is: "találkozott már okos csomagolással?". A válaszadók 75,4%-a még nem, 18,0% nem volt benne biztos, s csupán 6,6% (17 fő) jelezte, hogy már találkozott vele.

A csomagolás iránti jövőbeni érdeklődés esetében a kitöltők 35,5%-a keresné intelligens csomagolásban a termékeket, s szinte ugyanennyien azt állították, hogy csak bizonyos termékfajta esetén tennék a kosarukba. 22,0%-uk inkább csak kipróbálná, míg 6,3% biztosan nem vásárolna ilyen jellegű csomagolásban lévő élelmiszert.

Meghatározó szempont egy termék vásárlásánál az ár, így fontosnak tartottuk, hogy megtudjuk, anyagilag áldoznának-e többet a termékért, ha az okos csomagolásban lenne. A válaszadók nagy része (66%) azt szeretné, hogy ne kelljen többet fizetni az adott termékért a csomagolás miatt. 33 fő (12,9%) egyáltalán nem fizetne többet érte, csupán 21,1% adna több pénzt a termékért. Ez a hozzáállás nem túlságosan biztató az intelligens csomagolások elterjedése szempontjából.

A kérdőív végén lehetőséget adtunk az egyéni vélemények, meglátások kifejezésére is. Ezek között olvashatók az alábbiak:

- a gyorsan romló élelmiszerek esetében előnyösnek tartják a lehetőséget,
- a gyártók kombinálják környezetbarát csomagolóanyagokkal,
- ne túl nagy mértékben drágítsa a terméket.

Felmerült olyan élelmiszerbiztonsági kérdés, hogy van-e valamilyen hatása az élelmiszerre. Egyesek úgy vélekedtek, hogy ez inkább egy kényelmi funkciót takar, illetve érdekesnek találták a témát, de véleményük szerint Magyarországon nem fog sok embert meggyőzni. Egy kitöltő jó ötletnek tartja, mivel biztonságot ad a vásárlónak és könnyebben ellenőrizhető az eladónak is a termék. Érkezett egy érdekes kérdés, arra vonatkozóan, hogy a látássérülteknek milyen módon lenne informatív az okos csomagolás. Többen említették, hogy több fogyasztói tájékoztatásra lenne szükség annak érdekében, hogy ismertebbé váljon az átlagemberek körében is.

4. Következtetések, javaslatétel

A kutatásunk alapján elmondható, hogy a megkérdezettek jelentős százaléka eddig még nem hallott és nem is találkozott intelligens vagy okos csomagolással.

A megkérdezettek nagyobb része betartja a csomagoláson lévő minőségmegőrzési időt, míg 23,8%-a érzékszervileg megnézi az élelmiszert, mielőtt elfogyasztaná vagy kidobná azt. Ez arra utalhat, hogy szükségük lenne a fogyasztóknak az okos csomagolás által nyújtott megerősítésre az élelmiszer elfogyaszthatóságát illetően, így csökkentve a felesleges élelmiszer pazarlást.

A kitöltők jelentős része hasznosnak találta ezt az újfajta csomagolási módot és szívesen vásárolnának ilyen csomagolásban lévő terméket. Ugyanakkor a kitöltők döntő többsége nem fizetne érte többet, mint eddig. A jövőbeni elfogadás szempontjából ez még további kérdéseket vethet fel.

Az asszociációs feladatban igen eltérő válaszok születtek. Legtöbbször a környezettudatossággal kapcsolatos kifejezéseket használták, de olvashattunk a modern és az innovatív kifejezésekhez társítható szavakat is. A kitöltők bizonyos hányada ismerte vagy jól megközelítette az okos csomagolás működését.

A saját vélemény megfogalmazására is adtunk lehetőséget. Ennek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy nagy szükség lenne a fogyasztói ismeretek bővítésére a témával kapcsolatban.

Irodalomjegyzék

1995. évi XC. törvény az élelmiszerekről

Bereczkiné K. K. (2010): *Az élelmiszerek csomagolóanyagai*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. Budapest.

Han, J. H., Ho, C. H. L., Rodrigues, E. T. (2005): Intelligent packaging. In: Han, J. H.: *Innovation in Food Packaging*. Elsevier Academic Press. San Diego. 138–155.

Pató G., Szűcs B. (2013): *Csomagolás*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. Budapest.

Schäfferné Dudás K. (2008): *A környezettudatosság többszintű értelmezése és a környezettudatos fogyasztói magatartás vizsgálata*. Doktori értekezés. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar Gazdálkodástani Doktori Iskola. Pécs.

Schaefer, D., Cheung, W. M. (2018): Smart packaging: opportunities and challenges. *Procedia CIRP* 72. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118304104>> (2021.10.29.)

Szabó-Bódi B., Kasza Gy., Szakos D. (2018): Assessment of household food waste in Hungary. *British Food Journal*, 120 (3): 625–638. <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-04-2017-0255/full/html>> (2021.10.30.)

Szakály Z. (2017): *Élelmiszer-marketing*. Akadémiai Kiadó. Budapest.

A MEZEI NYÚL KORCSOPORTOK SZERINTI ÁLLOMÁNSZINTŰ SZAPORODÁSI TELJESÍTMÉNYÉNEK ÉRTÉKELÉSE - ÚJ MEGKÖZELÍTÉS

Majzinger István – Farkas Péter

EVALUATION OF STOCK-LEVELING REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROWN HARE (*LEPUS EUROPAEUS*, PALLAS, 1778) BY AGE GROUPS - A NEW APPROACH

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet,
Hódmezővásárhely

Absztrakt: A mezei nyúl korcsoportok szerinti állományszintű szaporodási teljesítményének vizsgálata új megközelítésű adatokat nyújt a faj populációdinamikájának megismeréséhez. A 2014-2016 közötti időszakból Jász-Nagykun Szolnok (I. terület) és Békés megyéből (II. terület) gyűjtött adatok (221 nőstény egyed belső ivarszervmintái és a kormeghatározás alapját képező szárított szemlencsetömeg adatai) alapján relatív és abszolút mutatókat számítottunk, amelyből az egyes korcsoportok állományszintű szaporodási teljesítményét elemeztük. Összehasonlítva a három korcsoport (1 év>, 1-2 éves és 2-3<) nőstényeinek szaporodási teljesítményét, megállapítható, hogy mindkét területen a legtöbb szaporulatot (AH_{kes}) az 1-2 éves és a 2-3 éves példányok adták az esetek nagyobb részében [4/6]. Az 1-2 éves és a 2-3 éves korcsoport egyedeinek abszolút hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez 80,95%-volt az összes egyedre értelmelve, amely utal e két korcsoport kiemelkedően meghatározó szerepére a szaporulat szempontjából.

Abstract: The research of the yearly population-level reproductive performance of European brown hares provides new approach data to understand the population dynamics of the species. Data were collected between 2014 and 2016 in Jász-Nagykun Szolnok (Region I.) and Békés County (Region II.), Hungary (organ samples of internal genitalia and dried eye lens for estimating age of hares from a total of 221 female animals). From these data relative and absolute indicators were calculated whereby the contribution of various age groups to the reproductive performance of the population were analysed. To compare the contribution of various age groups (1 year>, 1-2 years and 2-3<) to the reproductive performance of the population, we found that the absolute increase of the population was mostly facilitated by yearlings and 2-3 old hares [4/6]. Thus, the most valuable age group to the absolute reproductive performance of the population was the 1-2 and 2-3 old hares [80,95% from the total of female animals], which points to the determining role of these two age groups in reproduction.

Kulcsszavak: mezei nyúl, populációdinamika, szaporodási teljesítmény, vemhesülési arány, korszerkezet

Keywords: brown hare, population dynamics, reproductive performance, fertility rate, age structure

1. Bevezetés

A gyakorlati vadgazdálkodás számára nagy segítség lehet az adott faj populációdinamikájának megismerése. A populációdinamika az élőlények egyedszám- és népesséviszonyainak térbeni és időbeni változásával foglalkozik, amelyet alapvetően a szaporulat mértéke, a túlélés és a migráció határoz meg, és egyes tényezők (pl. az állomány korszerkezete, ivararánya, az egyedek testtömege, kondíciója) vélhetően évenként változó mértékben befolyásol (II). A úgynevezett

strukturált populációkkal foglalkozó demográfia az olyan populációkat elemzi, amelynek egyedei a szaporodás szempontjából nem egységesek, hanem jól elkülöníthető osztályokba sorolhatók. A populáció életkori eloszlása és ezzel együtt az egyes korcsoportok szaporodási teljesítménye nagy jelentőséggel bírhat az okszerű állományhasznosítás szempontjából. Irodalmi adatok említik a populáció növekedését kifejező képleteket pl. Slamečka et al. (1997) cit. Popović et al. (2008) az alábbi képlettel számította ki a populáció növekedését:

$$\frac{j_{uv} - 30}{100 - j_{uv}} * 100$$

Slamečka et al. (1997) cit. Popović et al. (2008)

A képlet alapján 60%-feletti eredmény kiválónak, 50-60% között átlagosnak és ez alatt gyengének határozza meg a populáció növekedését. A nemzetközi és hazai szakirodalomban azonban kevés adat található az egyes korosztályok konkrét adatokon alapuló és nem általános formulában megfogalmazott állományszintű szaporodási teljesítmény kifejezésére, így kutatásunk új módszertani megközelítésnek számít (Majzinger, 2014).

2. Anyag és módszer

2.1. Mintagyűjtés

A vizsgálatokhoz szükséges vadászatok két alföldi vadászterületen (I. terület és II. terület) történtek 2014-2016 között. A mintagyűjtést a faj vadászati idenyéhez igazodva, október 01. és december 31. között a teljes területen végeztük a szezon elején, közepén és a végén, így reprezentatívnak tekinthetők. Összesen a két területről három év alatt 221 nőstény egyedből sikerült a kormeghatározáshoz szükséges szemlencse és az állomány szaporodási teljesítményének becsléséhez szükséges belső női ivarszervmintákat (méh)gyűjteni.

2.2. A minták laboratóriumi vizsgálata:

Az egyedek életkorát a szárított szemlencsetömeg alapján becsültük meg. A szemlencsét a sclera és a cornea határán végzett metszéssel kiemeltük a szegmolyóbol, majd egyedileg azonosítható módon, sorszámozva 4%-os formaldehid oldatban fixáltuk a vizsgálatokig. Caboń-Raczyńska és Raczyński (1972) az elejtés után 1-2 órával javasolja kiemelni a szemlencsét, amelyet kényelmi okokból – a terepi körülményekhez igazodva- az egész szegmolyóval teszi. Hasonlóan Kovács és Heltay (1985) vizsgálatához, amelyben preparálás nélkül a szegmolyóval együtt fixálták a szemlencsét 4%-os formaldehid oldatban. A szakirodalom megemlíti a 10%-os formaldehid oldattal 3 napig történő fixálást és a 37 °C-on 72 óráig történő lassabb kiszáritást (Šelmić et al., 1999). A tömegállandóságig történő szárítást 103 °C fokon Memmert típusú szárítószekrényben és desszikatorban 210 percig végeztük. A szemlencsetömegek

mg pontosságú meghatározásához PRL A 13 típusú analitikai mérleget használtunk. A mért szárított szemlencsetömegek alapján első megközelítésben az egyedeket fiatal (a szemlencse tömege <280 mg) és idős csoportokba (a szemlencse tömege >280 mg) soroltuk (Kovács és Heltay, 1985). Ezt követően tovább bontottuk az idős csoportokat Suchentrunk et al. (1991) által megadott kategóriák szerint (*1. táblázat*), azzal az eltéréssel, hogy az utolsó két korcsoportot az elegendő mintaszám érdekében összevontuk.

1. táblázat: Az egyedek becsült életkora a szárított szemlencsetömegük alapján

Szemlencsetömeg (mg)	Becsült életkor (hó)	Becsült életkor (év)
280>	2-9	1>
281-340	14-23	1-2
341-360	26-35	2-3
361<	38-47<	3-4<

Forrás: Suchentrunk et al. (1991).

A begyűjtött méhmintákat az előírt pihentetés után -20 °C-on a vizsgálatokig fagyaszttva tároltuk. A vizsgálatok során a lassan kiolvasztott minták méhszarkait szikével hosszirányban felnyitottuk és festési eljárás nélkül a placentahegeket Olympus SZ51 típusú binokuláris sztereomikroszkóp segítségével számoltuk. A placentahegszámok ismeretében korcsoportonként megbecsültük a vemhesülési arányokat, valamint az évenkénti összes szaporulatot.

2.3. A minták elemzése

A kapott placentahegszám adatok alapján relatív és abszolút szaporodási teljesítményt számítottunk. A korcsoport relatív vagy lehetséges hozzájárulása az egyes korcsoportok állományon belüli arányától függetlenül számítja a szaporodási teljesítményt. A relatív, vagy potenciális szaporodási hozzájárulás kizárólag az adott korcsoport vemhesülési arányától és a megszületett szaporulat mennyiségétől függ, vagyis azt mutatja meg, hogy az adott korcsoport egy átlagos egyede potenciálisan mennyivel járulhat hozzá az állomány szaporodási teljesítményéhez. A korcsoportok vemhesülési arányának és a korcsoportba tartozó egyedek átlagos placentahegszámok ismeretében megbecsültük a korcsoport *relatív hozzájárulását* (RH_{kcs}) a populáció szaporodási teljesítményéhez a következő képlet segítségével:

$$RH_{kcs} = \frac{V_{kcs} * P_{kcs}}{\sum V_{kcs} * P_{kcs}} * 100$$

ahol:

V_{kcs} =a korcsoport vemhesülési aránya

P_{kcs} =a korcsoport átlagos placentahegszáma

A korcsoport abszolút vagy megvalósult hozzájárulása az egyes korcsoportok állományon belüli arányát figyelembe véve számítja a szaporodási teljesítményt. Az abszolút, vagy realizált szaporodási hozzájárulás a vemhesülési arány és a megszületett szaporulat mellett, az adott korcsoportnak az állományon belüli arányától is függ. Vagyis azt mutatja meg, hogy az adott korcsoport összességében és valójában mennyivel járul hozzá az állomány szaporodási teljesítményéhez. A korcsoport abszolút hozzájárulását (AH_{kcs}) a populáció szaporodási teljesítményéhez az alábbi képlettel számítottuk ki:

$$AH_{kcs} = \frac{N_{kcs} * V_{kcs} * P_{kcs}}{\sum SZ_{kcs}} * 100$$

ahol:

N_{kcs} =mintaszám a korcsoportban

V_{kcs} =a korcsoport vemhesülési aránya

P_{kcs} =a korcsoport átlagos placentahegszáma

$\sum = \sum SZ_{kcs}$ =a korcsoportok összes szaporulata az adott évben.

3. Eredmények és értékelésük

A korosztályok összes hozzájárulását vizsgálva a populáció összes szaporodási teljesítményéhez megállapítható, hogy 2014-ben az I. területen a szaporulat nagy részét az abszolút hozzájárulást az 1-2 éves [37,8%] és a 2-3 év feletti nőtények [35,4%] adták (2. táblázat). A legidősebb korcsoport relatív hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez 2014-ben több, mint 50%-os volt. A következő vadászati idényben az abszolút hozzájárulás alapján [69,7%] a legmeghatározóbb korcsoport az 1-2 éves egyedek voltak. A legidősebb korcsoport alacsony mintaszáma miatt a relatív hozzájárulás értéke [67,7%] önmagában megtévesztő lenne értelmezni. A 2016-os évi adatok alapján a harmadik évben is az 1-2 éves korcsoport adta a legtöbb szaporulatot az állományban (az abszolút hozzájárulás értéke [51,2%]). A legidősebb korcsoport kis mintaszáma miatt a relatív hozzájárulás értékét nem lehet informatívan értelmezni [76,5%].

2. táblázat: Az egyes korcsoportok szaporodási teljesítménye az I. területen

Korcsoport.	Év	N	V _{kes}	P _{kes}	SZ _{kes}	AH _{kes}	RH _{kes}
1 év>	2014	22	0,68	3,73	56	26,8	16,5
	2015	8	0,50	2,75	11	9,2	7,5
	2016	6	0,50	0,67	2	2,3	2,6
1-2 év	2014	17	0,88	5,24	79	37,8	30,0
	2015	18	0,66	6,94	83	69,7	24,8
	2016	16	0,56	4,88	44	51,2	20,9
2-3<	2014	9	1,00	8,22	74	35,4	53,5
	2015	2	1,00	12,50	25	21,1	67,7
	2016	4	1,00	10,00	40	46,5	76,5

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3. táblázat: Az egyes korcsoportok szaporodási teljesítménye a II. területen

Korcsoport.	Év	N	V _{kes}	P _{kes}	SZ _{kes}	AH _{kes}	RH _{kes}
1 év>	2014	31	0,81	5,07	128	47,8	23,6
	2015	18	0,72	8,5	111	48,9	33,7
	2016	8	0,62	2,25	12	12,0	14,5
1-2 év	2014	23	0,78	6,38	115	42,9	28,6
	2015	13	0,77	6,69	67	29,6	28,4
	2016	14	0,71	5,86	59	59,0	43,3
2-3<	2014	3	1,00	8,33	25	9,3	47,8
	2015	7	0,86	8,00	49	22,6	37,9
	2016	7	0,71	5,71	29	29,0	42,2

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

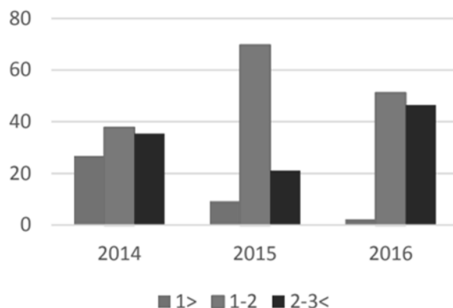
A II. területen 2014-ben a legnagyobb tényleges hozzájárulást a 1 év alatti [47,8%] és az 1-2 éves korcsoport adta a populáció szaporodási teljesítményéhez (3. táblázat). A legidősebb korcsoport abszolút hozzájárulása 10% alatti, de relatív hozzájárulása magas [47,8%], az 1-2 éves korcsoport abszolút hozzájárulása 42,9%, relatív hozzájárulása a szaporulat nagyságához 28,6% volt. 2015-ben a legnagyobb tényleges hozzájárulást [78,5%] az 1 év alatti és az 1-2 éves korcsoport adta a populáció szaporodási teljesítményéhez. Az egy év alatti és 1-2 éves korcsoport

relatív hozzájárulása [62,1%] volt. A legidősebb korcsoport abszolút hozzájárulása a legkisebb vélhetően a kis mintaszám ($n=7$) miatt, de a relatív hozzájárulása magas [37,9%]. A harmadik vizsgálati évben, 2016-ban az 1-2 éves és a 2-3 év feletti korcsoport járult hozzá legnagyobb mértékben a populáció szaporulati teljesítményéhez mind az AH_{kcs} [88%], mind a RH_{kcs} [85,5%] tekintetében. A II. területen a kedvezőtlen korösszetétel miatt a potenciálisan produktívabb korcsoportok effektív hozzájárulása az állomány szaporodási teljesítményéhez alacsonyabb, mint ahogy az elvárható lenne, különösen az első két évben.

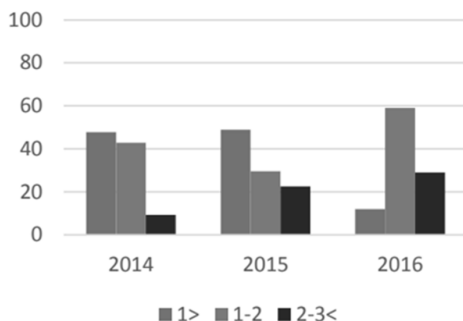
Az irodalmi adatok a fiatal-idős arányt az őszi állományokban a hasznosítás szempontjából fontos adatként kezelik. Méres et al. (2013) szlovákiai vizsgálataiban a fiatal-idős arány 1-nél nagyobb értékét tartja optimálisnak, az egy idős nőstényre eső utódszámot, pedig 2 felett. A nyitrai régióban a fiatal-idős arány 0,76 és 0,92 volt, más szóval a fiatalok százalékos előfordulása a populációban 43-47%. Az egy idős nőstényre eső utódszám kutatásában 1,61-2,1 volt. Popović et al. (2008) Horvátországban a fiatal idős arányt 0,62-1,54 között tapasztalta, az egy nőstényre jutó utódszám pedig 0,62-3,40 példány volt almonként. A fiatalok aránya a terítéken 46,7%-volt. Popović et al. (2013) közép-szerbiai vizsgálataiban a fiatalok aránya 57,33% volt, az 1-2 éves korcsoport arányát szignifikánsan nagyobbak tapasztalta. A hasznosított mennyiség 0,76-1,67 egyed volt 100 hektáronként.

Összehasonlítva a három korcsoport nőstényeinek szaporodási teljesítményét, megállapítható, hogy mindkét területen a legtöbb szaporulatot (AH_{kcs}) az 1-2 éves és a 2-3 éves példányok adták az esetek nagyobb részében [4/6] (1. és 2. ábra).

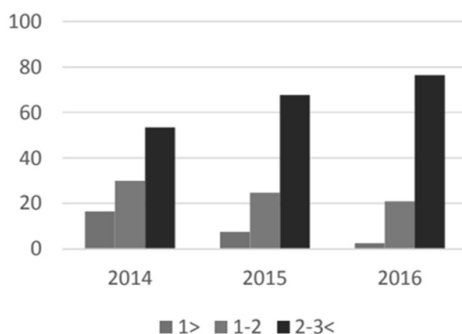
1. ábra: A korcsoportok abszolút hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez az I. területen



2. ábra: A korcsoportok abszolút hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez a II. területen

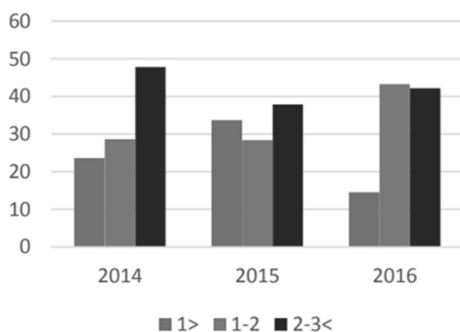


3. ábra: A korcsoportok relatív hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez az I. területen



Az 1 év alatti korcsoport relatív hozzájárulása a II. területen magasabb volt mindhárom évben, mint az I. területen (3. és 4. ábra). Létszámukhoz képest jelentős hozzájárulási aránnyal bírtak mindkét területen, de különösen az I. területen a 2-3 év feletti példányok, azonban ezen egyedek aránya a mintákban alig volt több, mint 14%. A populáció számára „legértékesebb” állományt az abszolút hozzájárulás alapján az 1-2 év körüli egyedek alkották, mert az alacsonyabb vemhesülési arány (3. táblázat) és alacsonyabb placentaheg-szám ellenére (a 2-3 év feletti egyedekhez képest) magas volt az állományon belüli létszámarányuk, így összességében ezek adták az összes szaporulat döntő részét. Az 1-2 éves és a 2-3 éves korcsoport egyedeinek abszolút hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez 80,95%-volt az összes egyedre értelmezve.

4. ábra: A korcsoportok relatív hozzájárulása a populáció szaporodási teljesítményéhez a II. területen



3. táblázat: Az összes nőstény vemhesülési aránya korcsoportonként

	2014			2015			2016			2014-2016 összesen
	N	Term	V _{ar.}	N	Term	V _{ar.}	N	Term	V _{ar.}	
1 év>	53	40	0,75	26	17	0,65	14	8	0,57	0,70
1-2 év	40	33	0,82	31	22	0,71	30	19	0,63	0,73
2-3<	12	12	1,00	9	8	0,89	11	8	0,73	0,87
Σ	105	85	0,81	66	47	0,71	55	35	0,64	-

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

A relatív hozzájárulás létszamaránytól függetlenül mutatja meg az egyes korcsoportok szaporodási értékét, így ez alapján a populáció számára „legértékesebb” állományt összességében a legidősebb korcsoport, majd az 1-2 éves korcsoport mutatta. A 2-3 év feletti egyedek alacsony létszamaránya miatt az abszolút hozzájárulásuk a populáció szaporodási teljesítményéhez kisebb. A legkevesebb placentaheget az 1 év alatti egyedek méhe tartalmazta [átlagosan 3,71 db/anya], de vemhesülési arányuk meglepően magas volta [71%] és jelentős arányuk a populációban (különösen a II. területen) összességében az abszolút populációs szaporodási teljesítmény több, mint 30%-át eredményezte a II. területen, míg az I. területen nem érte el a 20%-ot a három év átlagában. Az egyes korcsoportok abszolút hozzájárulását a populáció szaporodási teljesítményéhez vizsgálva megállapítható, hogy az 1-2 éves és a 2-3 éves vagy idősebb korcsoport egyedeinek együttes hozzájárulása adja a szaporulat több, mint 80%-át az összes egyedet vizsgálva, amely rámutat e két korosztály kiemelkedően meghatározó szerepére az állományban.

Irodalomjegyzék

- Caboń-Raczyńska K., Raczyński J. (1972): Methods for Determination of Age in the European Hare. *Acta Theriologica*. 17, (7): 75-86.
- Kovács GY., Heltay I. (1985): *A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat*. Mezőgazdaság Kiadó, Budapest. 1-176.

- Majzinger, I. (2014): Adatok a mezei nyúl szaporodási paramétereinek vizsgálatához és hasznosításához alföldi területeken. *Vadbiológia*, 16: 107-113
- Méres J., Ostrihoň M., Slamečka J., Kaštner P. (2013): Population structure of brown hare (*Lepus europaeus*): a case study in selected areas of Nitra region. *Acta Facultatis Forestalis*, Zvolen. 55 (1): 43-58.
- Popović Z., Beuković M., Milošević G. (2013): Analysis of the state of hare population in the hunting grounds of central Serbia. In: *Modern aspects of sustainable management of game population. 2nd International Symposium on Hunting*. 17-20. October, 2013. Novi-Sad. Szerk. Popović Z., Đorđević N., Đorđević M., Đan M., Beuković D., Lavadinović V. 2013. University of Novi Sad, 39-47.
- Popović N., Pintur K., Alegro A., Slavica A., Lacković M., Sertić D. (2008): Temporal changes in the status of the European hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) populations of Međimurje, Croatia. *Natura Croatica* 17 (4), 247-257.
- Šelmić V., Đaković D., Novkov M. (1999): *Istraživanja realnog prirasta zečijih populacija i micropopulacija u Vojvodini, Godišnji izveštaj o naučnoistraživačkom radu u organizaciji*, Novi Sad. 127-134.
- Slamečka J., Hell P., Jurčík R. (1997): Brown hare in the Westslovak Lowland. *Acta Sc. Nat. Brno* 31 (3-4), 21-28, 100-103. In: Popović N., Pintur K., Alegro A., Slavica A., Lacković M., Sertić D. (2008): *Temporal changes in the status of the European hare (Lepus europaeus Pallas, 1778) populations of Međimurje*, Croatia. *Natura Croatica* 17 (4), 247-257.
- Suchentrunk F., Willing F., Hartl, GB. (1991): On eye lens weights and other age criteria of the brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778). *Zeitschrift für Säugetierkunde*. 56, 365-37
- <<https://hu.wikipedia.org/wiki/Popul%C3%A1ci%C3%B3dinamika>>(2021.04.30)

A SZÁRAZBAB TERMESZTÉSTECHNOLÓGIA FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA A DÉL-ALFÖLDÖN

Monostori Tamás¹ – Tóth Gergely² – Bordé Ádám¹ – Vojnich Viktor¹ –
Jakab Péter¹ – Láng Vince²

STUDIES ON THE POSSIBILITIES FOR THE DEVELOPMENT OF DRY BEAN PRODUCTION TECHNOLOGY IN THE SOUTHERN GREAT PLAIN

¹Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet, Hódmezővásárhely

²Discovery Center Kft., Gödöllő

Absztrakt: Annak ellenére, hogy Magyarországon évszázadok óta népszerű élelmisznővény, jelenleg a szárazbab (*Phaseolus vulgaris* L.) éves hazai fogyasztásának mindössze 20%-át termeli meg a magyar mezőgazdaság, a hiányzó 80% importból származik. A hazai termelés, egyebek mellett, a nagyobb terméspotenciálú új fajtákhoz igazodó termesztéstechnológia kidolgozásával fokozható. Délkelet-Magyarországon két termőhelyen, a „Marquis” és a „Beryl R” fajtával végzett kísérletünkben nem találtunk szignifikáns különbséget a forgatásos (Szeged: 2,66 t ha⁻¹, Nagymágocs: 4,94 t ha⁻¹) és a forgatás nélküli (2,62 t ha⁻¹, illetve 5,26 t ha⁻¹) alpműveléssel elért terméseredmények között. A sávos művelés (csak Szegeden) azonban a termés elemek tekintetében elért legjobb eredmények ellenére is a leggyengébb termést (1,39 t ha⁻¹) eredményezte. A gyenge kelés után tapasztalt körülmények alapján a sávos művelés és a vetés összehangolása nem volt tökéletes, ezért a kísérletet mindenképpen meg kell ismételni. A nagyobb sortávolság (Szeged: 70 cm vs. Nagymágocs: 45 cm) alacsonyabb termést eredményezett, azonban ezt kompenzálhatja a - szárazbab fajták esetében viszonylag magas – vetőmag ráfordítások alacsonyabb mértéke.

Abstract: In spite of being popular as food crop for centuries in Hungary, currently only 20% of the annual domestic consumption of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is produced by the Hungarian agriculture, the missing 80% comes from import. Domestic production can be increased, among others, by the improvement of production technology adapted to the new varieties of higher yield potential. In our experiment performed with varieties ‘Marquis’ and ‘Beryl R’ at two sites in South-East Hungary, no significant differences could be found between the yield data achieved with inversion (Szeged: 2.66 tons ha⁻¹, Nagymágocs: 4.94 tons ha⁻¹) and non-inversion (2.62 tons ha⁻¹ as well as 5.26 tons ha⁻¹) tillage methods. Strip-tillage (only in Szeged), however, resulted in poor result (1.39 tons ha⁻¹) despite its best results if considering the yield component data. From the conditions detected after the poor plant emergence, it was obvious that the harmonization of strip-tillage and sowing was not perfect – the experiment definitely needs a repetition. The larger row spacing (Szeged: 70 cm vs. Nagymágocs: 45 cm) resulted in lower yields, however, this can be compensated by the lower rate of seed expenditures, which are relatively high among dry bean varieties.

Kulcsszavak: szárazbab, termés elemek, forgatás nélküli alpművelés, szántás, sávművelés

Keywords: dry bean, yield components, non-inversion tillage, ploughing, strip-tillage

1. Bevezetés

A szárazbab (*Phaseolus vulgaris* L.) termőterülete (2019-ben 33 millió hektár; FAO, 2021) alapján a világ 10 legfontosabb élelmisznővénye között található. Bár évszázadok óta népszerű élelmisznővény, magyarországi termőterülete soha nem volt túl nagy, az elmúlt öt évben 1415–1713 hektár, hektáronként 1,81 és 2,23 tonna

közötti hozammal (KSH, 2021). Az 1960-as évek óta, amikor néhány évben még több mint 30000 hektár volt, a termőterülete folyamatosan csökkent, 2006-ban még 1000 hektár alá is ment (FAO, 2021). Jelenleg a szárazabb éves belföldi fogyasztásának mindössze 20%-a származik hazai termesztésből, a hiányzó 80%-ot főként Kínából, Etiópiából és Szlovákiából származó import adja. A 2019-2021. közötti futó EIP-AGRI projektünk elsődleges célja az volt, hogy ezt az arányt a hazai termelés javára megváltoztassuk. Ennek a jelentős módosításnak a lehetőségét alátámasztja, hogy a növény gazdasági környezete ígéretes: magas a belföldi kereslet, megjelentek a nagyobb terméspotenciállal rendelkező fajták (3 tonna ha⁻¹) és a felvásárlási árak kedvezőek - következésképpen, a szárazabbal várhatóan magas hektáronkénti árbevételt lehet elérni. Az agrár-környezetgazdálkodási programok, valamint a „zöldítés”, ami a közös agrárpolitika (KAP) kulcsfontosságú eleme, szintén kedveznek a szárazabb termesztési körülményeinek. Fentiek mellett, az utóbbi évek mezőgazdaságában jellemző tendencia a hagyományos szántóföldi növények mellett az alternatív megoldások keresése is intenzív, nagy forgalmú növények termesztésének lehetőségével. Itt azonban jelentős a kockázatot jelent, hogy sok esetben hiányzik egy jól kidolgozott, széles körben ismert technológia, és ez árnyalhatja a termelők érdeklődését.

Jelenleg hazánkban a szárazabb nem rendelkezik átfogó, komplex termesztési technológiával. Ennek oka és egyben következménye is a nagyon változó jövedelmezősége, elsősorban az átlagos hozamnak köszönhetően, ami akár 30-40%-kal is elmaradhat a potenciálisan elérhetőtől a jelenleg alkalmazott technológiák miatt. A forgalom váltakozása mellett komoly problémát jelentenek a magas termesztési költségek, amelyek közül az öntözés jelentős részt képvisel (Scherer, 2019). A nedvesség megtartása a talajban és a talaj védelme egy olyan feladat, amely nem teljesíthető a hagyományos, 4-5 talajművelési lépésből álló technológiákkal, amelyek során műveletenként 8-20 mm nedvesség is távozhat a talajból. Konzerváló talajművelés, pl. a sávos művelés azonban hatékonyan használható száraz babban is (Osorno et al., 2019). Másrészt, azonban, a fuzáriumos gyökérrothadás és hervadás, a rizoktóniás vagy a szklerotínás gyökérrothadás megelőzése érdekében a mélyszántás ajánlott (Liebenberg, 2002). A nemrég megjelent, magasabb hozamú szárazabb-fajták új termesztési stratégiát, akár precíziós módszereket is igényelnek, hogy a genetikai potenciáljuk teljes mértékben kihasználható legyen.

Fentiek alapján, a szárazabb hazánkban a figyelemre méltó alternatív növények közé tartozik, annak minden előnyével és hátrányával együtt. Kétéves kísérletünkben Dél-alföldi termőhelyeken vizsgáltuk a szárazabb termesztéstechnológiájának fejlesztési lehetőségeit, többek között a tanulmányunkban is bemutatott talajművelés és vetés oldaláról.

2. Anyag és módszer

Délkelet-magyarországi üzemi kísérleteinkben különböző alpművelési stratégiák és különböző sortávolságú vetések hatását 2020-ban Szegeden (forgatásos, forgatás nélküli, sávos művelés), illetve Nagymágocson (forgatásos, forgatás nélküli művelés) vizsgáltuk, kezelésként 1-1,5 hektáros táblákon. Az alkalmazott

babfajták a 'Great Northern' alakkörbe tartozó 'Marquis', illetve 'Beryl R' voltak. Talajvizsgálatok alapján, a szegedi területek középkötött, lúgos (pH 7,4-7,7) kémhatású öntéstalaja agyagos vályog fizikai talajféleségű, humusztartalma (1,6-2,4%) gyenge/közepes, az AL-oldható P_2O_5 -tartalma ($256-604 \text{ mg kg}^{-1}$) igen jó, míg az AL-oldható K_2O -tartalma ($271-491 \text{ mg kg}^{-1}$) közepes és igen jó közötti volt. A nagymágocsi középkötött réti talaj szintén lúgos (pH 7,5-7,7) kémhatású agyagos vályog volt, közepes (2,3-3,2%) humusztartalommal, illetve igen jó/túlzott P_2O_5 - ($352-923 \text{ mg kg}^{-1}$) és K_2O -tartalommal ($460-1405 \text{ mg kg}^{-1}$). A forgatásos művelés váltvaforgató ekével 30 cm mélységben, a forgatás nélküli művelés szántóföldi kultivátorral, szintén 30 cm mélységben történt. A sávos művelésre Orthman 1tRIPr sávosan művelő kultivátorral, a vetéssel egy menetben, a sorok mentén 25 cm szélességben és 30 cm mélységben került sor. A vetés Szegeden 2020. április 30-án, 70 cm-es sortávolsággal, $250\,000 \text{ ha}^{-1}$ csíraszámmal, Nagymágocson 2020. április 29-én, 45 cm-es sortávolsággal, szintén $250\,000 \text{ ha}^{-1}$ csíraszámmal történt. A beállt állománysűrűséget a 4. héten határoztuk meg. A terméselemek kiszámításához augusztus közepén minden kezelésből öt random mintát gyűjtöttünk, mintánként 5-5 teljes érettségi állapotú növényvel. Laboratóriumban a következő paramétereket határoztuk meg: hüvelyek száma növényenként, magok száma hüvelyenként, ezermagtömeg. A beállt hektáronkénti növényszámot kezelésenként 23-26 mintaterület 1-1 méternyi során meghatározott növényszám alapján számítottuk ki.

A statisztikai elemzést varianciaanalízissel, valamint LSD- és Tukey-tesztekkel végeztük, az IBM SPSS Statistics szoftver alkalmazásával.

3. Eredmények és értékelésük

A laboratóriumban meghatározott terméselemek statisztikai értékelésének eredményeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A talajművelési eljárások hatása a szárazabb terméselemeire

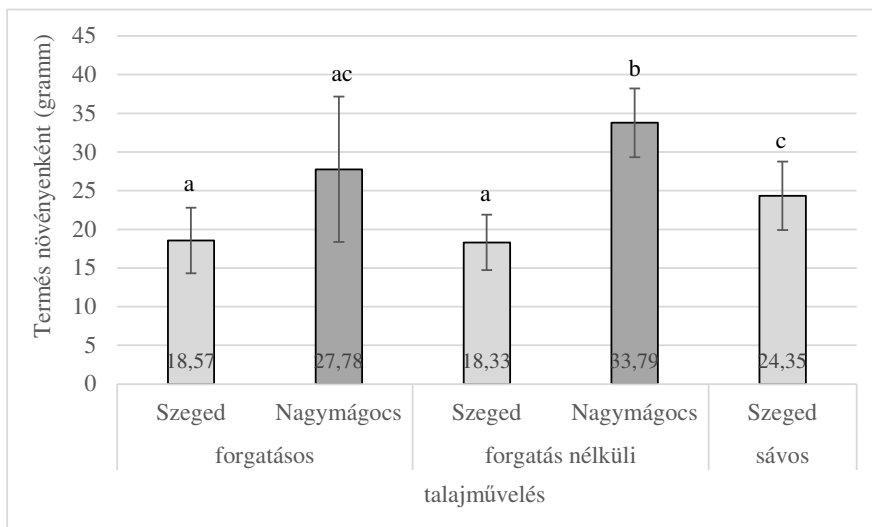
Alapművelési eljárás	Terméskomponens			
	Hüvely/növény (db)	Mag/hüvely (db)	Ezermagtömeg (gramm)	Beállt növény hektáronként (db)
Szeged, 2020				
Forgatásos	14,56±1,24a	3,84±0,14a	331,46±12,46a	143 000a
Forgatás nélküli	14,92±1,14a	3,78±0,14a	322,40±8,09a	143 000a
Sávos	17,88±1,92a	4,10±0,16a	336,60±20,47a	57 000b
Nagymágocs, 2020				
Forgatásos	16,24±1,98a	4,56±0,17b	370,0±7,86b	177 777a
Forgatás nélküli	20,40±0,71b	4,56±0,13b	362,4±5,64b	155 555a

A táblázat a mintateretek átlagát és a standard hibát mutatja. Egy oszlopon belül a különböző betűk a szignifikáns különbséget jelölik ($p < 0,05$). Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Az egytényezős varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns különbséget a növényenkénti hüvelyes és a hüvelyesenkénti magvak száma, illetve az ezermagtömeg különböző művelések mellett elért értékei között, azonban a legmagasabb eredményt minden esetben a sávós művelés adta. A beállt növények számában (számított adat), ugyanakkor, jelentős különbség mutatkozott: a sávós művelés hektáronkénti növényeinek száma kb. a másik két módszerhez tartozóak 40%-a (1. táblázat).

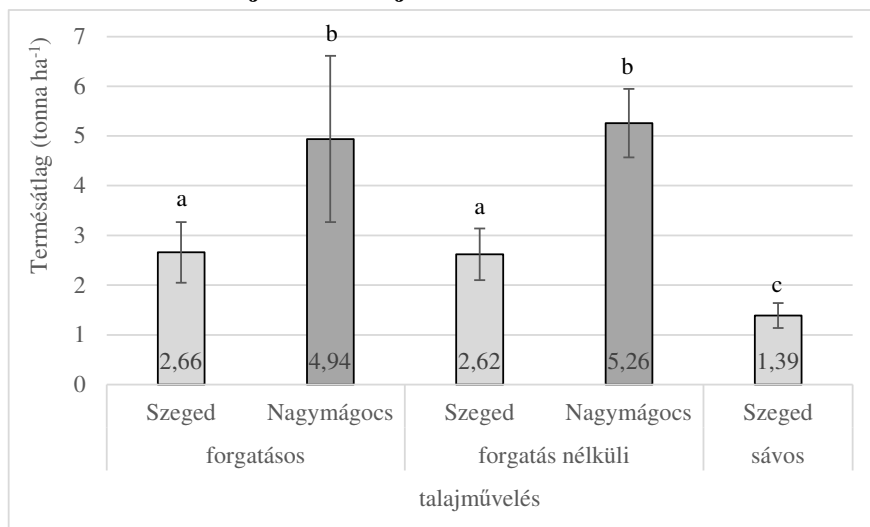
A növényenkénti hüvelyszám, a hüvelyesenkénti magszám és az ezermagtömeg értékek alapján számított növényenkénti hozamot tekintve Szegeden a sávós művelés ($24,35 \pm 1,99$ g növény⁻¹) adta a szignifikánsan legjobb eredményt. A forgatásos ($18,57 \pm 1,89$ g növény⁻¹) és a forgatás nélküli ($18,33 \pm 1,61$ g növény⁻¹) talajművelés értékei nem különböztek jelentősen, bár a forgatásos művelés minimálisan jobb eredményt adott. Nagymágocs, ugyanakkor, a forgatás nélküli művelés szignifikánsan adott jobb eredményt ($33,79 \pm 1,99$ vs. $27,78 \pm 4,21$ g növény⁻¹) (1. ábra).

1. ábra: Különböző talajművelési eljárások hatása a szárazabb növényenkénti termésére



A hibasávok a szórást mutatják (n=5), a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek a Tukey-teszt alapján ($p < 0.05$). Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A hektáronkénti számított hozam esetében a tendenciák megváltoztak. A forgatásos ($2,66 \pm 0,27$ t ha⁻¹) és a forgatás nélküli ($2,62 \pm 0,23$ t ha⁻¹) talajművelés hozama nem különbözött szignifikánsan a szegedi kísérletben, míg a sávós művelés lényegesen alacsonyabb hozamot adott ($1,39 \pm 0,11$ t ha⁻¹), ami körülbelül fele volt a többi kezeléssel kapott értéknek (2. ábra). A nagymágocsi kísérletben a forgatás nélküli művelés ($5,26 \pm 0,31$ t ha⁻¹) jobb eredményt adott, mint a forgatásos ($4,94 \pm 0,75$ t ha⁻¹), de a különbség nem volt szignifikáns (2. ábra).

2. ábra: Különböző talajművelési eljárások hatása a szárazabb termésátlagára

A hibasávok a szórást mutatják (n=5), a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek a Tukey-teszt alapján (p<0.05). Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

4. Következtetések, összegzés

Kísérleteinkben a szegedi termőhelyen nem találtunk szignifikáns különbséget a forgatásos és a forgatás nélküli talajműveléssel elért terméskomponens és növényenként számított termésadatok között, míg Nagymágocson a különbség szignifikáns volt, a forgatás nélküli művelés javára. A csak a szegedi termőhelyen alkalmazott sávós művelés, azonban, szinte minden paraméter esetében szignifikánsan magasabb értékeket eredményezett a másik két módszerhez képest. Azonban a növényállomány sűrűsége - a gyenge kelés miatt - a sávós művelés esetében szignifikánsan alacsonyabb volt, így a tágabb térállás által eredményezett jelentősen magasabb növényenkénti terméshozam ellenére a hektáronkénti hozam a legalacsonyabb lett. A növényállomány kelése után tapasztalt körülmények alapján nyilvánvalónak tűnt, hogy - a vetőgép feltételezhetően megfelelő beállítása ellenére - a sávós művelés és a vetés harmonizálása nem volt tökéletes. Mivel a magas terméskomponens és növényenkénti termés adatok egyaránt magyarázhatók az alacsonyabb növény-sűrűséggel és a sávós művelés kiválóságával, a kísérlet megismétlése elengedhetetlen. Sajnálatos módon, a 2021-ben Szegeden és Nagymágocson azonos tartalommal beállított kísérletek az időjárási anomáliák miatt sikertelenek voltak, a növények a kisszámú kötött hüvelyt is rövid növekedés-fejlődés után elrűgták.

A szegedi kísérletben – alkalmazkodva a sávós művelőeszköz alapbeállításához - 70 cm-es sortávolságot alkalmaztunk, míg Nagymágocson 45 cm-t. Utóbbi megfelel a Magyarországon általános közepes, 45-55 cm-es tartománynak (Késmárki, 2005; Szabó, 2019). Az Egyesült Államokban a szárazabbat különböző, 53,34 és 76,2 cm (21-30 inch) közötti távolságokra vetik, leggyakoribb az 55,88 cm

(22 inch) (Osorno et al., 2019). A sortávolság 76,2 cm-ről (30 inch) 38,1 cm-re (15 inch) való csökkentése Halsall (2018) szerint kétféle eredménnyel járhat: vagy nem okoz jelentős különbséget a termésben, vagy jelentős termésnövekedést eredményez. A vetőmag költségeinek és a betegség kockázatának csökkentése a vetőmagdózis csökkentésével érhető el. A vetési csíraszám 20%-os csökkentése minimális termésvesztéssel eredményezhető, amennyiben a vetésre korán vagy időben sor kerül (Halsall, 2018). Az Egyesült Államokban a „Great Northern” típusú babfajták esetében 173-198 000 hektáronkénti állománysűrűség ajánlott (Osorno et al., 2019). Magyarországon egy korábbi termesztési útmutató fajtától függően 350-500 000 hektáronkénti vetőmagmennyiséget javasol, és 15-25% állománycsökkenéssel számol, ami kb. 260-425 000 beállt növényszámot jelent hektáronként (Késmárki, 2005). Hasonlóképpen, egy újabb munka szerint a beállt 250-300 000 hektáronkénti növényszám az optimális (Szabó, 2019). Kísérletünkben a 250 000 hektáronkénti vetési csíraszám után a végső növényssűrűség hektáronként 57 000 és 177 777 között volt a vártnál magasabb veszteségek (29-77%) miatt.

Eredményeink azt mutatják, hogy a szárazabb sikeresen termesztendő különböző alapművelési stratégiákkal, valamint a szokásosnál szélesebb sortávolsággal. A forgatásos és a forgatás nélküli talajművelés hasonló eredményességét megerősítik a szignifikánsan nem különböző eredmények, míg a sávos műveléssel való összehasonlító kísérletet feltétlen meg kell ismételni. A sortávolsággal kapcsolatban összegezhető, hogy bár a nagyobb sortávolság alacsonyabb hozamot eredményez, ezt kompenzálhatja a - szárazabb fajták esetében viszonylag drága - vetőmag kisebb költségigénye.

Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás az Innovációs operatív csoportok létrehozása és az innovatív projekt megvalósításához szükséges beruházás támogatása keretében a 1862420573 azonosító számú támogatói okirathoz kapcsolódóan valósult meg.

Irodalomjegyzék

- FAO (2021): <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Date of citation: 31.07.2021
- Halsall, M. (2018): Dry bean production tips. <https://www.topcropmanager.com/dry-bean-production-tips-21520/> Date of citation: 05.08.2021
- Késmárki, I. (2005): Bab. In: Antal, J. (ed.): *Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj-és ipari növények, takarmánynövények*, Mezőgazda Kiadó Budapest. pp. 151-160.
- KSH (2021): http://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0022.html Date of citation: 31.07.2021
- Liebenberg, A.J. (ed.)(2002): *Dry bean production*. Directorate Agricultural Information Services, Department of Agriculture, Pretoria. 27 p.
- Osorno, J., Endres, G., Kandel, H. (2019): Introduction. In: Kandel, H., Endres, G. (eds.): *Dry bean production guide*. NDSU Extension, Fargo. pp. 2-18. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/dry-bean-production-guide> Date of citation: 04.08.2021
- Scherer, T. (2019): Irrigation and water use. In: Kandel, H., Endres, G. (eds.): *Dry bean production guide*. NDSU Extension, Fargo. pp. 82-89. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/dry-bean-production-guide> Date of citation: 04.08.2021

Szabó, A. (2019): Bab. In: Pepó, P. (ed.): *Integrált növénytermesztés 3. Alternatív növények*. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest. pp. 80-88.

A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSRE IRÁNYULÓ SZÁMVEVŐSZÉKI AUDITOK HOZZÁADOTT ÉRTÉKÉNEK NÖVELÉSI LEHETŐSÉGEI

Nagy Sándor

OPPORTUNITIES TO INCREASE THE ADDED VALUE OF PUBLIC AUDITS ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet, Szeged

Absztrakt: A számvevőszékek kulcsszerepet játszanak az ENSZ Fenntartható Fejlődés Célok (SDGs) tagállami megvalósításában. Annak érdekében, hogy ezen intézmények minél nagyobb társadalmi hatást gyakoroljanak, szükségük van az ellenőrzési tevékenységük folyamatos fejlesztésére. Ez a tanulmány rámutat az audit innovációk legfontosabb kihívásaira és a jövő lehetséges megoldásaira is.

Abstract: Supreme Audit Institutions (SAIs) play a key role in Member States' implementation processes of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). In order to reach a higher social impact, these institutions need to continuously improve their control activities. This study highlights both the main challenges for audit innovations and the possible solutions for the future.

Kulcsszavak: fenntartható fejlődés, fenntartható fejlődési célok, számvevőszék, audit, innováció, Európai Számvevőszék

Keywords: sustainable development, SDGs, supreme audit institution, audit, innovation, European Court of Auditors

1. Bevezetés

Talán már a tanulmány címe is utal arra, hogy a választott vizsgálódási irány igencsak összetett jelenségeket és problémákat érint. A számvevőszékek által publikált ellenőrzési (auditálási) jelentések ebben az összefüggésben számos nehezen megragadható és vizsgálható terület közös metszetében helyezkednek el. Ezek közül a legjelentősebbek az alábbiak: fenntarthatóság, fenntartható fejlődés, rendszerelmélet, nemlinearitás és innováció. Különösen nehéz a fenntarthatóság egzakt értelmezése, annak időbeli perspektívája, ciklikussága, integráltsága és a kiszámíthatatlan, előre nem jelezhető mintázatai, valamint rendszerdinamikai folyamatai miatt. Mindezt tetézi a mögöttes, a fenntarthatóságra ható hálózatok struktúráinak változékonysága, kiszámíthatatlansága, interdependenciái és egyéb nehezen detektálható hálózatmetrikai sajátosságai. Ebből következik, hogy az egyértelműen nem definiálható jelenség egyértelmű és objektív vizsgálata kihívásokkal teli.

A kontroll mechanizmusoknak alapvető szerepük van az egyes rendszerek funkcióellátási képességeinek fenntartásában. Gondoljunk csak például az immunrendszer szerepére, fontosságára vagy a természeti törvényszerűségek, köztük az entrópia mint kontroll mechanizmus alapvető jelentőségére. Természetesen rögtön jegyezzük is meg, hogy a kontroll önmagában nem elegendő! Más funkciók,

folyamatok és adottságok is meghatározóak, azok létezésére, működésére épít, egymás mennyiségi és minőségi fejlődését kölcsönösen determinálják. A nemlineáris rendszerekben – amelyek a természetben megfigyelhető rendszerek túlnyomó részét képezik – detektálható kontroll rendszerek valódi mibenléte, „célfüggvénye(i)”, tanulási képességei, önszerveződése manapság még kevésbé kutatott témáknak számítanak és ezáltal kevésbé eredményesen tudjuk adoptálni ezeket az általánosítható, univerzális tulajdonságokat és megállapításokat az emberek által működtetett és/vagy befolyásolt rendszerekre.

A számvevőszékek (SAIs – Supreme Audit Institutions, legfőbb ellenőrző intézmények) független, külső ellenőrei az adott állam közpénzügyi rendszerének és az azokra irányuló menedzsment tevékenységeknek. Felhatalmazásaikat, mandátumaikat a törvényhozó hatalomtól kapják annak érdekében, hogy a végrehajtó hatalom közpénzügyi menedzsmenttel kapcsolatos tevékenységeit és közvagyonnal való gazdálkodását, megalapozott és szakmailag alátámasztott módon vizsgálják különböző, előre rögzített szempontok alapján.

Nos, a fenti kontextusba elhelyezve kellene véleményt formálni a számvevőszékek fenntarthatósággal kapcsolatos auditálási tevékenységeiről, teljesítményükről és azok fejlesztési lehetőségeiről. Azonban, ha már az egyes értelmezési támpontok is inognak és kevésbé értjük azok természetét és működését, akkor igencsak nehéz objektív értékítéletet kialakítani a vizsgált szervezetek ilyen jellegű tevékenységei kapcsán. A tanulmány célja kizárólag a jelenlegi, általános szemlélet és szakmai megközelítés rövid ismertetése, a legfontosabb számvevőszéki feladatok és kihívások feltérképezése a fenntartható fejlődéssel szorosan összefüggő kormányzati funkcióellátás véleményezése kapcsán, a fontosabb közpénzügyi ellenőrzési innovációk megemlítése, amelyek a 2015-ös ENSZ Fenntartható Fejlődési Keretrendszer és annak gerincét adó célrendszer végrehajtása kapcsán születtek, valamint az ellenőrzési tevékenységek hozzáadott értékének növelési lehetőségeinek a számbavétele kiegészítve némi kritikai észrevétellel.

A tanulmány további felépítése a fentiek tükrében a következőképp alakul: a számvevőszékek feladatai és szerepe a fenntartható fejlődés céljainak keretrendszerében, az audit innovációk, valamint a jövő lehetőségeinek felvázolása a jelenlegi megközelítés újragondolása révén.

2. Anyag és módszertan

A tanulmány alapvetően leíró és feltáró jellegű, amely szekunder forrásokra és korábbi saját kutatásaimra támaszkodik. A felhasznált irodalmak a közpénzügyi ellenőrzéssel szorosan kapcsolatba hozható szervezetektől, intézményektől eredeztethetők. A vizsgálódás logikái alapját a számvevőszéki értéklánc adja, ennek mentén kerülnek ismertetésre a legfontosabb megállapítások és javaslatok.

3. A fenntartható fejlődési célok (SDGs) és a számvevőszékek szerepvállalása

A 2012-es Riói Nyilatkozat, valamint a 2015 szeptemberében, New Yorkban megrendezett ENSZ Fejlesztési Csúcs záródokumentumának (Agenda 2030)

elfogadásával 193 tagország kötelezte el magát amellett, hogy a fenntartható fejlődést, illetve a nevesített legfontosabb 17 célt és a kapcsolódó 169 részcélt integrálják nemzeti stratégiáikba (ensz.kormany.hu, 2015). A hivatkozott főbb célokat az alábbi, 1. ábra tartalmazza.

1. ábra: Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai az Agenda 2030 tükrében



Forrás: ensz.kormany.hu (2015)

A fenti célok igen magasztosak és igen valószínű, hogy az emberek java része könnyen azonosulni is tud velük függetlenül attól hol és milyen körülmények között élnek. Megfogalmazásukkor a fenntartható fejlődés általánosan elfogadott, tradicionális definícióját vették alapul, amelyben a gazdasági, társadalmi és környezeti pillér dominál. Más kérdés viszont, hogy miként tudjuk ezeket a célokat megvalósítani, milyen érdektettekben formálódó motivációk fogják a célkitűzéseket felülírni vagy éppen elodázní. Az sem teljesen nyilvánvaló, hogy a bevezetésben említett értelmezési nehézségek, valamint a fenntarthatósággal kapcsolatos lényegi folyamatok és összefüggések ismeretének hiányosságai miként befolyásolják az implementáció lehetőségét.

Logikusnak tűnik, hogy egy olyan képessé tevő környezetet kell létrehozni – beleértve az épített, úgynevezett hard és/vagy smart infrastrukturális elemeket, a soft összetevőket, a tudásteremtési, készség- és képességfejlesztési folyamatokat, valamint az intelligensen működő szabályozói és kontroll rendszereket – amely olyan cselekvésekre, viselkedési mintázatokra és értékteremtési folyamatokra ösztönzi a szereplőket, amelyek mikro és makro szinten is a célok elérését minél nagyobb valószínűséggel elősegítik. Az ilyen háttér megteremtésének a legfőbb felelőse az állam. A megvalósításhoz megfelelő mennyiségű anyagi forrás, az erőforrások allokálásához politikai felhatalmazások, elköteleződések és döntések, illetve egy

megfelelően működő közpénzügyi menedzsment rendszer szükséges. A számvevőszékek kulcsszerepet játszanak az előbbiekre irányuló kontroll megvalósításában a felhatalmazásaik révén rendelkezésre álló eszközeik adta lehetőségeken belül.

A számvevőszékek erősíthetik a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó Fenntartható Fejlődési Agenda végrehajtását azáltal, hogy a közpolitikai döntések kapcsán értékelik a közpénzügyi menedzsment egyes aspektusait, figyelembe veszik a politikák közötti összefüggéseket, értékelik eredményeiket, valamint fokozzák az átláthatóságot és az elszámoltathatóságot azzal kapcsolatban, hogy a kormányok hogyan hajtják végre a fenntartható fejlődésre vonatkozó nemzetközi kötelezettségvállalásokat (TCU–UN, 2018).

Ennek érdekében a legfőbb ellenőrző intézmények konkrét ajánlásokat fogalmaztak meg a fenntartható fejlesztési célok megvalósításának támogatására, például a hosszú távú tervezési folyamatok megerősítésére, a horizontális kockázatkezelés előmozdítására és az érdekelt felek részvételének javítására a nemzeti SDG-jelentési folyamatokban (TCU, 2018; TCU–UN, 2018).

Noha a számvevőszékek de jure függetlenséget élveznek például az ellenőrzési területek és témakörök megválasztásában, a Parlament (törvényhozói hatalom), illetve a társadalmi elvárások mégiscsak nyomást gyakorolhatnak rájuk a fenntartható fejlődés megvalósításának szakmai értékelésére (Nagy, 2017). A véleményalkotás terjedelme és mélysége alapvetően a törvényi és alkotmányban rögzített felhatalmazásoktól függ, de fontos tényezők még ezzel párhuzamosan az auditálási módszerek és technikák, az ellenőrzési tevékenységekre irányuló tudás és képességhalmaz, a vizsgált területről kialakult objektív és holisztikus kép megléte, valamint a nemzetközi standardoknak (alapvetően és főleg az ISSAI standardok) való megfelelés.

A fenntartható fejlődéssel kapcsolatos számvevőszéki véleményalkotás többnyire az úgynevezett teljesítmény ellenőrzések révén (performance audit vagy value-for-money audit) realizálódik és kerül nyilvánosság elé. Ezek során a teljes teljesítmény menedzsment ciklust (2. ábra) és annak összetevőit is górcső alá vehetik. Az ilyen típusú vizsgálatoknál az úgynevezett „3E” megközelítés szokott kidomborodni. A három „E” betű az angol megfelelőjéből lefordítva a gazdaságosság, eredményesség és hatékonyság kritériumaira utal. Ezt, negyedik „E”-ként az etikai szempontokkal is ki szokták egészíteni. Tehát, egy-egy értékelés alá vont terület vagy tevékenységsorozat (stratégia implementálása) bizonyos, előre rögzített, speciális szempontból teljesítette-e az előbb felsorolt kritériumokat. Egyéb ellenőrzési típusok is szóba jöhetnek, de ezek hozzáadott értéke kevésbé jelentős (pl. pénzügyi megfelelőségi ellenőrzések, follow-up auditok).

2. ábra: A fenntartható fejlődéssel kapcsolatos stratégiára irányuló teljesítmény menedzsment körforgása



Forrás: INTOSAI (2019) alapján saját szerkesztés

Ha létezik nemzeti szintű stratégia a fenntartható fejlődési célok elérésére, akkor a fenti körforgás bármely összetevőjére kiterjedhet a számvevőszék figyelme és tevékenysége. Ide sorolható többek között az alábbi esetek:

- a legfőbb ellenőrző intézmények megvizsgálhatják a stratégia tervezését, kialakítását,
- a fenntartható fejlődési célok és mutatók ellenőrzésének lehetősége,
- az előrehaladást leíró mutatók és indikátorok vizsgálata szintén fontos lehet,
- kiterjedhet a hatáskör a környezetirányítási rendszerek auditálására,
- a legfőbb ellenőrző intézmények megvizsgálhatják a jelentéstétel minőségét és az előrehaladás elszámoltathatósági lehetőségeit,
- a természeti erőforrások elszámolása, nyilvántartása,
- egyes számvevőszékek feladata lehet a természeti erőforrás-számlák ellenőrzése is.

Ha nincsenek kidolgozva a stratégiai keretek – amelyek igencsak megkönnyítik a számvevői munkát – előfordulhat, hogy a legfőbb ellenőrző intézménynek az egyes programok, projektek auditjaira kell korlátoznia magát. Ekkor az ellenőrzés alá vont területek palettáját úgy kell összeállítani, hogy a szűkösen rendelkezésre álló anyagi és nem anyagi erőforrások felhasználása révén minél nagyobb számvevőszéki impaktot érjünk el (INTOSAI, 2019).

Mivel a fenntartható fejlődés koncepciója közpénzügyi ellenőrzési szempontból még nem eléggé ismert terület, ezért ez igen jelentős kihívásokat jelent az intézmények számára (Kalar, 2019; TCU, 2018; TCU–UN, 2018; Wynn Owen–

Chaudry, 2019). A gyakorlat rávilágít arra, hogy ilyen jellegű auditok során nagyobb valószínűséggel lesz szükség összehangolt fellépésre számos állami és magánszektorbeli szereplőtől. Szintén kihívás, hogy a miként strukturáljuk azt az együttműködési hálót és mi alapján szelektáljuk az érintett, vélhetően összefüggésben álló területeket, amelyektől a legnagyobb ellenőrzési hozzáadott értéket várjuk. A következő, 3. ábra azt illusztrálja, hogy például egy folyórendszer fenntarthatósági szempontú menedzselése során milyen más további területek lehetnek érintettek.

3. ábra: Egy folyórendszer fenntarthatósági szempontú menedzselésének lehetséges kapcsolódási területei



Forrás: INTOSAI (2019) alapján saját szerkesztés

További kihívásoknak tekinthetjük az elemzési, módszertani kérdéseket is. Nem mindegy, hogy a gazdasági, társadalmi és környezeti dimenziók összefüggéseibe mennyire lehet és szükségszerű belelátni és mindezt milyen erőforrás-felhasználás mellett (pénz, idő, egyéb kapacitások, alternatív költségek stb.) lehet megvalósítani. Kérdéses, hogy rendelkezésre áll-e az a minőségi analitikai képességhalmaz és tudás, amely a mélységi, feltáró vagy épp rendszerszintű elemzésekhez szükségesek. A kinyert minőségi megállapítások az egyes szakpolitikai döntések és célkitűzések megkérdőjelezéséhez vezethetnek, amelyek nem feltétlen tartoznak a számvevőszékek mandátumaihoz (kivéve egyes ex ante típusú audit esetén).

Egyes témák kapcsán előfordulhat, hogy nem lehet vagy nem érdemes feltétlen feltárni a kapcsolatokat a fenntarthatósági pillérek között módszertani vagy információszerezési költség-haszon anomáliák miatt, ezért megtörténhet, hogy a legfőbb ellenőrző intézmények kerülnek olyan kérdések tanulmányozását, amelyeket nem lehet bizonyítékok és tények alapján objektíven értékelni vagy elemezni.

Mindez támadási felület is lehet a számvevőszéki működés teljesítményének vonatkozásában (INTOSAI, 2019; INTOSAI IDI, 2020).

Hasonló eset, de más megközelítésben az, amikor a fenntartható fejlődés megvalósítása nem pusztán pénzügyi (közpénzügyi) kérdés és nem redukálható egy egyszerűbb megfelelőségi szempontokat vizsgáló audittá. Számos olyan tényező van, amelyek sok esetben nem vagy csak nagyon nehezen fejezhetők ki anyagi formában. A fenntarthatóság kapcsán oly' fontos tényezők, képességek (pl. nemlinearitás, önszerveződés, ciklusok és azok időbelisége, reziliencia, adaptáció stb.) vizsgálata analitikai nehézségekbe torkollhat és számos szubjektív elem is felbukkanhat. A többféleképp értelmezhető ellenőrzési jelentések ismételt nem tesznek jót a számvevőszéki teljesítmény megítélésének.

Ugyancsak problémás lehet módszertani szempontból, hogy nagyobb, makro jelenségeket miként vizsgálunk. Ilyenkor több terület átfogó elemzése lenne szükséges a maga összetettségével és integráltságával. Egy ilyen kiterjedésű tanulmány elkészítése valószínűleg meghaladná a számvevőszékek véges és korlátos elemzési kapacitásait, erőforrásait, ezáltal más ellenőrzési területek is csorbát szenvednének a rájuk jutó relatíve kevesebb figyelem által.

Az előbbiekből is már kisejlik, hogy ha a fenntartható fejlődésre irányuló stratégiák megvalósítását, illetve a célkitűzésekkel kapcsolatos közpénzügy menedzsment vonatkozásait kívánjuk vizsgálni számvevőszéki felhatalmazásaink révén, akkor számos belső és külső korlátba ütközünk. A legfontosabbak ezek közül a hiányos törvényi és alkotmányos felhatalmazások, az abszolút és relatív értelemben is szűkös erőforrások, hiányos kapacitás- és tudáshalmaz, a vizsgálandó jelenségek összetettsége, a számvevőszéki jelentések, javaslatok befogadó közegének érdektelensége, a számvevőszéki megállapítások és javaslatok többnyire nem kötelező jellege. Ha az auditok hozzáadott értékét kívánjuk növelni, akkor mindenképp ezen korlátok ismeretében kell gondolkoznunk. A hozzáadott érték ebben az összefüggésben azt jelenti, hogy az adott jelentésnek milyen direkt és indirekt hatásai lesznek. Ez a hatás – legyen az rövid vagy hosszú távú – lehet az ellenőrzési célkitűzésekből eredeztethető, jól fókuszált (közpénzügyi gazdálkodás minősége növekszik, lásd a korábban említett „3E” megközelítés), lehet a vizsgált területre ható közvetlen és pozitív hozadékokban testet öltő (pl. a fenntarthatósági célkitűzések elérését elősegítik), vagy általános érvényű, szélesebb körben kedvező hatásokat generáló. A hatások ekkor a társadalomban, a természeti környezetben fejtik ki remélhetően jótékony következményeiket (pl. információs aszimmetriát csökkent, tudatosságot formál, közösségi kultúrát épít, új normákat indít útjára).

A következő fejezet arra összpontosít, hogy 2015-óta a számvevőszékek milyen ellenőrzési (auditálási) innovációkat valósítottak meg a fenntartható fejlődési célkitűzések vonatkozásában.

4. Az auditok hozzáadott értékének növelése, audit innovációk

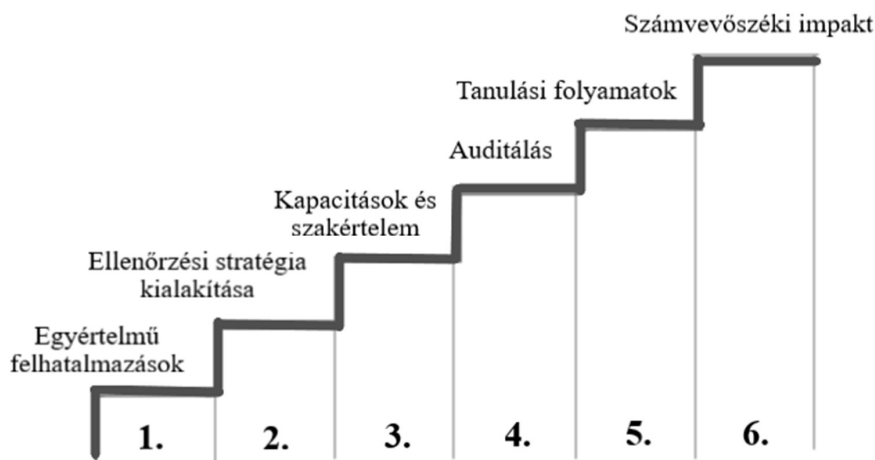
A számvevőszéki jelentések és egyéb outputok (pl. publikált vélemények, szakmai információk, cikkek stb.) hozzáadott értéke a szervezeti értéklánc révén tud kialakulni, de igazán a működési környezetében, az érintetti hálózatában tud igazán

kiteljesedni és a korábban már vázolt kedvező hatásokat indukálni (Nagy, 2017). Az ellenőrzési tevékenységre (auditálás) irányuló innovációnak végső soron ezt a hatást kell fokoznia a számvevőszék determinációit és működési közegét figyelembe véve.

Az innováció létrejöhet a számvevőszéki értéklánc bármely összetevőjének módosítása, újragondolása révén, megjelenhet az input (információk, észrevételek egyéb impulzusok) vagy az output oldalon is (újfajta jelentések, a jelentések új célközönsége) vagy teljesen új technológiák és kompetenciák alkalmazása révén.

Az értéklánc lehet igen részletes felbontású is (Nagy, 2017), de egy egyszerűbb, egymásra épülő lépcsőfokokkal is illusztrálható, mint ahogy azt a következő, 4. ábra szemlélteti.

4. ábra: A számvevőszéki impaktot befolyásoló tényezők egymásra épülése



Forrás: INTOSAI (2019) alapján saját szerkesztés

Áttekintve a releváns és kizárólag szakmai anyagokat, publikációkat azt tapasztaltam, hogy a számvevőszéki impakt (6) eléréséhez, növeléséhez az (1)-es szint kivételével mindegyikhez születtek javaslatok, innovatív elképzelések. Ebben a szakmai univerzumban a tudásteremtés és az innovációk létrehozása alapvetően hálózatok és együttműködések révén jönnek létre.

Az alábbiakban ismertetett innovációk vagy innovációs törekvések három ilyen kooperációs hálózathoz köthetők. (i) INTOSAI IDI (International Organisation of Supreme Audit Institutions & INTOSAI Development Initiative) azaz a Legfőbb Ellenőrző Intézmények Nemzetközi Szervezetének önálló végrehajtó szerve, amelynek feladata, hogy támogassa a fejlődő országok számvevőszégeit teljesítményük és kapacitásaik fokozása érdekében. A második (ii) a Brazil Számvevőszék (TCU) vezetésével, a Latin-Amerikai és Karib-tengeri Legfelsőbb Ellenőrző Intézmények Szervezetének (OLACEFS) Környezetvédelmi Szakbizottságának (COMTEMA) együttműködési keretein belül fogalmazódtak meg. Végül (iii) az Európai Számvevőszék (ECA) 2019-ben szervezett egy konferenciát (Sustainability Reporting Forum: Trust, Transparency and the Role of

Auditors), amelynek célja a fenntarthatósági jelentések minőségének és hozzáadott értékének növelési lehetőségeinek feltárása volt. A rendezvényen a versenyszféra is képviseltette magát, még inkább heterogénebbé téve a gondolatokat és véleményeket.

Visszatérve a lépcsőfokokhoz és az innovációs kezdeményezésekhez, (2) az „Ellenőrzési stratégia kialakítása” kapcsán érdemes kiemelni azt a tényt, hogy a számvevőszéki közösségben is már felhívták a figyelmet arra a szemléletváltásra, illetve átmenetre, amely az auditálási közegben már régóta megfigyelhető (Meutia et al., 2021). Az alábbi, 1. táblázat ennek a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos paradigmaváltásnak az egyes elemeit veti össze. A számvevőszékeknek ellenőrzési és módszertani stratégiájuk megtervezésénél már ezeket az új megközelítéseket kellene figyelembe venniük a hozzáadott érték növelésének érdekében.

1. táblázat: A fenntartható fejlődéssel kapcsolatos paradigmaváltás egyes elemeinek az összehasonlítása

Honnan?	Hova?
a természeti erőforrások és az élőhelyek túlzott kizsákmányolása, fosszilis energiaforrásokra épülő gazdaság	bolygónk eltartóképességének tiszteletben tartása, klímasemleges gazdaság
termelni-fogyasztani-eldobni	körkörös gazdasági megközelítés, az ökoszisztémák helyreállítása
fókusz a növekedésen	összpontosítás a jólétre, jóllétre és a fenntarthatóságra
magánjavak felhalmozásán alapuló gazdaság	közösségi, megosztáson alapuló gazdaság
uniformizált környezeti politika	az egyenlőtlenségekre érzékeny politika, több szintet is figyelembe vevő, sokszereplős (differenciált) megközelítés
hiányos és nem szolidáris szociális védőháló	integráló, inkluzív és megerősített társadalmi rendszerek
költségvetési kiadások minimalizálása	a bevételi oldal megerősítése (pl. adóelkerülés csökkentése, a tőke adóztatása a munkaerővel szemben)
károsanyag kibocsájtás az országok egyedi problémája (földrajzi korlátozottság)	annak a problémának a kezelése, hogy egyes szennyező termelési folyamatok kiszervezésre kerülnek a fejlődő országokba (relokáció)
profitorientált innováció és befektetések	küldetésorientált innováció és fenntartható finanszírozás
elaprózódott figyelem, szemellenzőség mikro szinten, szinergiák hiánya	rendszer szemlélet

Forrás: Khadraoui (2019) alapján saját szerkesztés

Öröndetes, hogy az utolsó bejegyzésként olvasható rendszerszemlélet kifejezés és persze gondolatiság megjelent az ellenőrzési köztudatban, ezáltal nem ragaszkodva mereven az ENSZ fenntartható fejlődés céljainak statikus mivoltához és holisztikus szemléletének hiányosságaihoz.

A harmadik lépcső (3) a kapacitások és szakértelem kategóriája. Ennek kapcsán hangsúlyozták az új módszertani megközelítések, az ágazatközi koordinációs mechanizmusok és integrált monitoringrendszerek kidolgozásának és elfogadásának kritikus fontosságát (TCU–UN, 2018).

A negyedik szakasz (4) maga az auditálási folyamat. Itt szükségünk van minőségi és releváns információkra és természetesen megfelelő módszerekre, amelyekkel ezeket fel is tudjuk dolgozni. Megjelent az igény az objektív információk megszerzésére a nem kormányzati szereplőktől is annak érdekében, hogy a jelentéseket minél inkább alá tudják támasztani, illetve más szemszögből is vizsgálódva minél tisztább képet kapjunk egy-egy fenntarthatósági dimenzió alakulásáról. A tendenciákat érzékelve elmondható, hogy a harmadik féltől megszerzett információk jelentősége a közeljövőben biztosan növekedni fog. Ilyen, nem hagyományos inputoknak tekinthetjük a Föld megfigyelését lehetővé tevő technológiákból kinyerhető információkat (műholdas megfigyelések, dróntechnológia, a dolgok internetje (Internet of Things) és egyéb, hivatalosan telepített érzékelők - légszennyezettséget mérő detektorok stb.), a téradat-infrastruktúrából származó információkat, a társadalmi szereplők visszajelzéseit, kereskedelmi adatokat és statisztikákat (INTOSAI IDI, 2020).

A hagyományos ellenőrzési információforrások és eszközök (pl. dokumentumelemzés, hivatalos levelek, interjúk, felmérések) mellett két innovatív technikát is alkalmaztak már a fenntartható fejlődési keretrendszer kapcsán. A szétagoltság, az átfedések és a párhuzamosság elemzését, amelyet az USA számvevőszéke (GAO) fejlesztett ki (FOD Analysis, Analysis of Fragmentation, Overlap and Duplication), valamint a brazil számvevőszék (TCU) által kidolgozott Kormányzási Értékelési Skálát, amit viszont kifejezetten a Fenntartható Fejlődési Célokra szabtak (Governance Evaluation Scale for SDGs).

A legfőbb ellenőrző intézmények az összehangolt ellenőrzéseiken keresztül lehetővé teszik az ellenőrzési megállapítások és ajánlások konszolidálását, aggregálását, új lehetőségeket teremtve ezzel a fenntartható fejlesztési célok nyomon követéséhez és felülvizsgálatához regionális és globális szinten. A nemzetközi koordinált ellenőrzés több ellenőrzés kombinációja, amelyeket a különböző számvevőszékek a saját országukban végeznek ugyanabban a témában, integrált tervezési megközelítést követve. Mindezek következtében lehetőség adódik a különböző ellenőrzési szintek közötti kapcsolatteremtésre, átjárhatóságra (TCU, 2018; TCU–UN, 2018).

A tanulási folyamatok szintje (5) az összevetésben a legmagasabb. Tanulás nélkül elképzelhetetlen a szervezetek, intézmények fejlődése és adaptációs képességeinek a kiteljesedése. A számvevőszékek közösségében mindig is nagy hangsúlyt fektettek a kapacitások és készségek fejlesztésére, ezekhez a tanulást tartják az egyik legfontosabb előfeltételnek. A képzési módszerek tekintetében

megemlíthetők például az online tanfolyamok és személyes műhelymunkák kombinációja, amelyek által az auditorok lépést tudnak tartani a jelenlegi módszertani változásokkal és el tudják mélyíteni ismereteiket a vizsgálandó tématerületekre vonatkozóan.

Az innovációs folyamatoknak azonban nem szabad megállniuk és ahogy látható, még bőven van teendő a nagyobb hatás elérése érdekében. A következő fejezet egy-két olyan gondolatot ismertet, amelyek meghatározhatják a jövő ilyen jellegű innovációit.

5. A jövő lehetőségei

A tökéletesítés és az innováció szükségszerűségének a legmagasabb számvevőszéki körökben is helyt adtak. Lazaros S. Lazarou, az Európai Számvevőszék (ECA) tagja kijelentette, hogy az érdekelt felek holisztikus, inkluzív, hozzáférhető, könnyen érthető, szabványos formátumú információkat akarnak a fenntartható fejlődés auditálása kapcsán, amelyeket a számvevőszék megpróbál produkálni. A folyamat szerint elindult, de további lépésekre van szükség.

Valérie Arnold, a PwC Luxembourg partnere és vállalati felelősségvállalási részleg vezetője az új technológiákban látja a fejlődés irányát. Úgy gondolja, hogy a digitalizáció és a mesterséges intelligencia használata egy bizonyos ponton túl majd átveszi a pénzügyi információk auditálását az embertől, így az auditorok szerepe a nem pénzügyi/narratív típusú auditok elvégzése és kiértékelése kapcsán lesz meghatározó.

Wim Bartels a hollandiai KPMG partnere és programvezetője kiemelte, hogy a nem pénzügyi vetületű fenntarthatósági jelentésekben kiemelkedő szerepe van az őszinteségnek, beleértve a negatív események, kudarcok elemzését, tárgyalását is. Véleménye szerint sürgősen szükség van összehasonlítható és hatékony teljesítménymérőkre, amelyek az értékteremtésre és a rombolásra egyaránt alkalmazhatók. A hitelesség és relevanciák megőrzéséhez új készségekre és szakterületek bevonására lesz szükség, amelyek a kiszámíthatatlanságot és kockázati tényezőket is figyelembe veszik (Kalar, 2019; Khadraoui, 2019; Meijers–Moonen, 2019; Wynn Owen–Chaudry, 2019).

A fenti gondolatok hasznosak és mindenképp egyetérthetünk velük. Véleményem szerint a fenntartható fejlődési célokkal kapcsolatos audit tevékenységek hozzáadott értéke akkor növelhető igazán, ha az alábbi kritériumok teljesülnek:

- a természet fenntarthatósági folyamatainak megértése, beleértve a nemlinearitást és a kontroll mechanizmusok működésének lényegét is,
- azon tudáselemek megszerzése, amelyek lehetővé teszik a fenti megismerés átültetését, alkalmazását az emberek által működtetett vagy az emberi cselekvés által érintett rendszerekre,
- az előbbi rendszerekben feltárni és összefüggéseiben megismerni a motivációs hajtóerőket és az értékteremtési folyamatokat, amelyek végső soron a fenntarthatóságot szolgálják,

- a számvevőszéki működés és értékteremtés minden egyes összetevője kapcsán változtatásokat eszközölni (innováció) annak érdekében, hogy a valós fenntarthatósági folyamatoknak megfelelő, azokat leképezni képes auditokat lehessen lefolytatni,
- a számvevőszékek működésének kizöldítése és fenntarthatóvá tétele,
- a számvevőszéki működés érintettjeinek és a velük való kapcsolattartás tudatos menedzselése, elősegítendő az audit jelentések befogadását, az edukációt, a tudatosság és a kultúra fejlesztését,
- megfelelő mandátumok biztosítása és a kapacitásokat érintő szűk keresztmetszetek felszámolása.

Az anyagi és nem anyagi jellegű szűk keresztmetszetek lebontása a digitális technológiák bevonása révén valósulhat meg. Használatuk az auditok során elkerülhetetlen és szükségszerű. Előfeltétele olyan közpénzügyi menedzsment rendszerek kiépítése, amelyek kellő számú és megfelelő minőségű digitálissá alakítható információt szolgáltatnak, ezzel az ellenőrzések pénzügyi megfelelőségi vetületét sokkal hatékonyabban lehetne vizsgálni. Ezzel párhuzamosan a kibervédelmi, adatbányászati és a hatalmas adatbázisokat feldolgozni képes technológiai környezet (big data) módszertani kérdéseit is tárgyalni kell.

6. Konklúzió

A fenntartható fejlődés megvalósításában, amennyiben ez egyáltalán lehetséges, a kontroll mechanizmusoknak központi szerepe lesz. A közpénzügyi menedzsment rendszerek külső, független ellenőrzését a számvevőszékek látják el szakmai felkészültségük és mandátumaik alapján. Tevékenységükkel hozzájárulnak a törvényhozó hatalom kontroll funkcióihoz, amelyeket a végrehajtó hatalom felett gyakorol annak érdekében, hogy a nemzeti stratégiákba integrált fenntartható fejlődési célok elérését minél gazdaságosabban, eredményesebben és hatékonyabban megvalósítsák és biztosítva legyenek azok az elszámoltathatósági lehetőségek, amelyek a kormányzati felhatalmazások mellé rendelt közpénzügyi források, közvagyonok és döntési lehetőségek miatt szükségesek.

A számvevőszékek, hogy teljesítményüket, ellenőrzési jelentéseik hozzáadott értékét és a társadalomra gyakorolt kedvező hatásaikat növeljék, innovációkat valósítanak meg. Ezek alapja, irányultsága, konkrét technikai megvalósulásuk és az értékláncban betöltött szerepük még nem körvonalazódott tökéletesen a vizsgált témakör kapcsán. További innovációkra van szükség, amelyeket pótlólagos kutatásokkal alátámaszthatunk.

Irodalomjegyzék

ensz.kormany.hu (2015): Agenda 2030. <<https://ensz.kormany.hu/agenda-2030>>

INTOSAI (2019): Sustainable Development: The Role of Supreme Audit Institutions – GUID 5202. International Organization of Supreme Audit Institutions.

INTOSAI IDI (2020): ISAM – IDI's SDGs Audit Model, Pilot Version. INTOSAI Development Initiative. Oslo, Norway.

- Kalar, M. (2019): ECA Sustainability Reporting Forum – time for the truth, the whole truth and nothing but the truth. *ECA Journal*, 12 (3): 103–107. European Court of Auditors. <https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/JOURNAL19_03/JOURNAL19_03.pdf>
- Khadraoui, S. E. (2019): Sustainable Europe 2030 – Challenges and choices for Europe. European Political Strategy Centre, European Commission. <<https://www.eca.europa.eu/sites/sustainability-reporting-ECA/en/Pages/Conference-Materials.aspx>>
- Meijers, D., Moonen, G. (2019): Takeaways from the ECA forum on sustainability reporting. *ECA Journal*, 12 (3): 99–102. European Court of Auditors. <https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/JOURNAL19_03/JOURNAL19_03.pdf>
- Meutia, I., Yaacob, Z., Kartasari, S. F. (2021): Sustainability reporting: An overview of the recent development. *Accounting and Financial Control*, 3 (1): 23–39. <[http://dx.doi.org/10.21511/afc.03\(1\).2020.03](http://dx.doi.org/10.21511/afc.03(1).2020.03)>
- Nagy S. (2017): A számvevőszéki függetlenség jelentősége, a fogalom tartalmi mintázatai és kiterjesztett értelmezésének lehetőségei. PhD értekezés, Kaposvári Egyetem, Kaposvár. <<http://real-phd.mtak.hu/499/>>
- TCU (2018): Coordinated Audit Sustainable Development Goals - Executive Summary. TCU - Tribunal de Contas da União, OLACEFS, COMTEMA, GIZ.de. <<https://www.olacefs.com/wp-content/uploads/2018/09/Executive-Summary-Latin-America-SDG-Audit-web.pdf>>
- TCU, UN (2018): Supreme Audit Institutions as drivers to foster 2030 Agenda implementation. TCU – Tribunal de Contas da União; United Nations Sustainable Development Goals Partnerships Platform
- Wynn Owen, P., Chaudry, A. (2019): From auditing sustainable environment issues to auditing the 2030 Agenda. *ECA Journal*, 12 (3): 31–35. European Court of Auditors. <https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/JOURNAL19_03/JOURNAL19_03.pdf>

AZ ÁLGABONÁK FOGYASZTÁSI SZOKÁSAINAK VIZSGÁLATA A SZEGEDI EGYETEMISTÁK KÖRÉBEN

Panyor Ágota – Szabó Klaudia Fanni

EXAMINATION OF THE CONSUMPTION HABITS OF PSEUDOCEREALS AMONG THE STUDENTS OF SZEGED

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet, Szeged

Absztrakt: Napjainkban, a civilizációs betegségek rohamos terjedése mellett egyre fontosabb szerepe van a különböző funkcionális élelmiszereknek, melyek segítik az egészségmegőrzést, a betegségmegelőzést. Ilyen élelmiszerek többek között a különböző álgabonatermékek, melyek számos pozitív ételtani hatásuknak köszönhetően fontos szerepet kaphatnak a jövőben a lakosság ételmezésében. A kutatásunk kapcsán szerettünk volna választ kapni arra, hogy ezek a termékek mennyire ismertek a fiatalok által, így az álgabonák fogyasztási szokásait vizsgáltuk a szegedi egyetemisták körében. A kutatást online kérdőíves felmérés segítségével végeztük, mely alapján megállapítottuk, hogy a válaszadók 34%-a nem fogyasztott még álgabonatermékeket. A felmérés rámutatott arra, hogy bár a célcsoport által még széles körben nem ismertek ezek a termékek, azonban nyitottak az új, különleges minőségű élelmiszerek iránt és fontos számukra az egészségtudatos táplálkozás.

Abstract: Nowadays, in addition to the rapid spread of civilizational diseases, various functional foods play an increasingly important role in helping to maintain health and prevent disease. Such foods include several pseudo cereal products which, due to their numerous positive physiological effects, may play an important role in the diet of the population in the future. In our research, we wished to get an answer to how well these products are known to young people; therefore, we examined the consumption habits of pseudo cereals among the students of the University of Szeged. The research was carried out with the help of an online questionnaire survey, based on which we found that 34% of the respondents had not yet consumed pseudo grain products. The survey also showed that although these products are not yet widely known by the target group, they are open to these novel foods and a health-conscious diet is important to them.

Kulcsszavak: álgabonák, funkcionális élelmiszerek, egészségmagatartás, gluténmentes táplálkozás, fogyasztási szokások

Keywords: pseudocereals, functional foods, health behaviour, gluten-free diet, consumption habits

1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben felgyorsult élettempó jelentős változásokat hozott az emberek életmódjában, többek között megváltoztatta a táplálkozási szokásokat és egyre gyakoribbak lettek a civilizációs betegségek. Ma már tudjuk, hogy az egészségi állapotunkat jelentősen befolyásolják az étkezési szokásaink, és számos olyan funkcionális élelmiszer közül választhatunk, melyek segítik az egészségmegőrzést, a betegségmegelőzést. Ilyenek például a különböző álgabonatermékek is, melyek még nem terjedtek el széles körben, azonban számos pozitív ételtani hatással rendelkeznek. Mindemellett fontos figyelemmel lenni arra is, hogy földünk lakossága rohamosan növekszik és élelmiszereink alapanyagait egyre kevesebb növény biztosítja. Az egyoldalú táplálkozás nem csak az egészségre

káros, de földünk biodiverzitását is veszélyezteti. Az álgabonák magas tápértékű növények, melyek elterjedésével és fogyasztásával változatosabbá tehető a táplálkozás. Meg kell említeni a napjainkban egyre gyakrabban jelentkező különböző ételintoleranciákat, kiemelten a gluténérzékenységet, mely esetén az álgabonák kiváló alternatívát jelentenek a gluténtartalmú gabonák helyettesítésére.

1.1. Egészségtudatos táplálkozás - egészségmagatartás

Arthur Schopenhauer német filozófus mondása szerint „az egészség nem minden, de az egészség nélkül minden semmi”. De mikor mondhatja azt az ember, hogy egészséges? Az egészség szinte mindenkinek mást jelent, kortól és életciklustól függően. Az évek során számos definíció született a témában, melyek jellemzően az adott korra jellemző szemléleteket tükrözik. Az egészség mára már sokkal komplexebb fogalom lett a betegségek hiányánál. Az idő előrehaladtával megváltozott a betegséghez való viszony, előtérbe került a megelőzés, az életmód alakításának fontossága, ezzel együtt az egészségmagatartás. Harris és Guten (1979) szerint az egészségmagatartás minden olyan cselekvés, amelyet az ember azzal a céllal végez, hogy védje, támogassa vagy megőrizze egészségét, függetlenül az általa észlelt egészségi állapottól, és attól, hogy az adott viselkedés objektívan hatékony-e. Az egészségmagatartás több tényezőből álló komplex rendszerének része többek között a tudatos táplálkozás, a testmozgás, a higiénia, a rendszeres önellenőrzés.

Az egészségtudatos táplálkozás önmagában nem elegendő, az egészségmagatartás kialakulásához életmódbeli változások szükségesek. Bíró (2004) valamint Bíró és munkatársai (1997) kutatásai szerint számos krónikus betegség étrendfüggő, melyeknek 25-70%-a megfelelő táplálkozással megelőzhető lenne. A táplálkozás legnagyobb arányban az elhízás és a vastagbél-daganatok kialakulására van hatással. A túlsúly számos krónikus betegséghez vezet, így a szív- és érrendszeri megbetegedések, cukorbetegség, magas vérnyomás kialakulásához. A szív- és érrendszeri megbetegedések esetében a táplálkozás befolyása több mint 30%-ra tehető, a rossz indulatú daganatok esetében ez a szám meghaladja a 35%-ot. Ez az érték daganattípusonként változó, például az emésztőrendszeri tumoroknál az esetek közel 70%-ánál meghatározó tényező az étrend (Bíró, 2004). Ma már nem kérdés, hanem tény, hogy a helyes táplálkozás segít az egészség megőrzésében, míg a helytelen táplálkozás számos betegség kialakulásához vezet.

1.2. Funkcionális élelmiszerek

A népesség egészségi állapotának romlása új kihívás elé állította az élelmiszeripart: olyan élelmiszerek kifejlesztése szükséges, melyeknek egészségvédő hatásuk van, lassítják a civilizációs betegségek terjedését és hosszabb egészségben eltöltött éveket biztosítanak.

A funkcionális élelmiszer kifejezés megjelenése óta számos definíció született. Az Európai Bizottság Funkcionális Élelmiszerek Tudományos Vizsgálatára Koncentrált Akciója (FUFOSE) szerint funkcionálisnak tekinthető egy élelmiszer, ha bizonyított, hogy előnyös táplálkozás-élettani hatásain túl, a szervezet egy vagy több olyan működési funkcióját befolyásolja pozitívan, ami javítja az egészségi

állapotot, a közérzetet, és/vagy csökkenti egyes betegségek kialakulásának kockázatát. Tartós fogyasztásával helyreállítható a szervezetben kialakult vitamin- és ásványianyag-hiány (Szakály, 2017). Az európai definíció szerint tablettákat és kapszulákat nem sorolhatunk ebbe a kategóriába, élelmiszer formájában kell megjelenniük.

Az élelmiszerek bármely kategóriájában kifejleszthetők a funkcionális élelmiszerek, például vitaminokkal, ásványi anyagokkal, növényi rostokkal, esszenciális amino- és zsírsavakkal történő dúsítással. Funkcionális élelmiszernek tekinthető egy termék abban az esetben is, ha összetevőinek módosításával megfosztjuk egy káros mellékhatásától, például laktózmentes tej laktóztolerancia esetén vagy gluténmentes termékek gluténérzékenység esetén. Az egészségvédő funkcionális élelmiszerek jellemzően tejtermékek, pékáruk, édesipari készítmények, üdítőitalok és bébitelek közül kerülnek ki.

1.3. Az álgabonák áttekintő ismertetése

Napjainkban egyre gyakrabban előforduló autoimmunológiai betegség a cöliákia, más néven a lisztérzékenység. Az elnevezés az ókori koilia szóból ered, melynek jelentése has, hasüreg. A cöliákia egy emésztőrendszeri rendellenesség, melynek következtében a vékonybél nyálkahártyája károsodik, a bélbolyhok elhálnak, ez pedig felszívódási problémákat eredményez. A betegség leggyakrabban gyermekkorban jelentkezik, azonban kortól és nemtől függetlenül bármikor kialakulhat. Számos életminőséget rontó tünettel jár, köztük hasmenéssel, hasfájással, kóros fogyással, sápadtsággal, bőrproblémákkal. A II. világháborút követően Van Dicke holland gyermekorvos megfigyelte, hogy a háború ideje alatt tartó gabona -és kenyérhiány során a beteg gyerekek állapota javult. Később a búzatermékek újbóli fogyasztásával a tünetek ismét jelentkeztek. Ekkor állapították meg, hogy a cöliákia kialakulását az egyes gabonákban található sikérfehérjék okozzák (Antal és Takács, 2018). A glutén a latin gluten szóból ered, melynek jelentése ragasztó, méhviasz. A magyar nyelvben sikernek is nevezett glutén a búzában megtalálható raktározófehérje. Hasonló fehérje található az árpában, a rozsban és a zabban. A panaszokat a búzában a gliadin, a rozsban a secalin, az árpában a hordein okozzák, melyek a glutén alkotórészei. A zabban található avenin nevű fehérje a cöliakiásoknál általában nem vált ki panaszokat, ezért a gluténnal nem szennyezett zab beilleszthető a gluténmentes étrendbe (Henggeler, et. al, 2017).

A betegség ellen jelenleg nincs elismert gyógymód, a kezelés egyetlen módja a sikérfehérjéket, glutént tartalmazó élelmiszerek étrendből való - életen át tartó - kizárása. A gluténmentes étrendben nem fogyasztható semmilyen formában: a búza, az árpa, a bulgur, a kuszkusz, a durum búza, az alakor, a tönkebúza, a tönkölybúza, a graham liszt, a khorasan búza, a maláta, a rozs, a tritikálé, a zab, kivéve a bizonyítottan gluténmentes zabot.

A gluténmentes étrendben a búza helyettesítése a legnehezebb feladat, hiszen szinte minden hazai háztartásban található búzaliszt, vagy abból készült élelmiszer, leggyakrabban pékáru. Napjainkban már számos alternatíva közül választhatunk, ha a búzalisztet szeretnénk helyettesíteni. Ide sorolható többek között a rizs, a kukorica,

a burgonya, valamint a pszeudocereáliák, azaz az álgabonák csoportjába tartozó hajdina, quinoa és az amarant.

Földünk lakosságának ételmezésében számos növényfajta játszik fontos szerepet, különösen nagy mértékben megnőtt a keményítőben gazdag fajták fogyasztása: a búza, a kukorica és a rizs egyre inkább meghatározó. Ezen gabonafajták helyettesítésére számos alternatíva közül választhatunk, az Amerika Klinikai Kémiai Társaság (AACC) által összeírt nemzetközileg elismert gabonák listáján megtalálhatók többek között a magas keményítő tartalmú álgabonák is (Gordon, 2006). Az úgynevezett pszeudocereáliák növénytanilag a kétszikűekhez tartoznak, szemben az egyszikűek közé sorolható gabonafélékkel. Az eltérő növényteni besorolás ellenére az álgabonák - hasonlóan a gabonafélékhez - keményítőben gazdag magokat adnak, ennek, -és számos előnyös élettani hatásuknak, hasonló kémiai összetételüknek köszönhetően a táplálkozásban ugyanúgy hasznosíthatók. Nevük a gabonákhoz való hasonlóságukból eredeztethető, ugyanis a „pseudo” előtag jelentése „hamis” (Fletcher, 2016).

Az amarant és a quinoa hosszú ideig elfelejtett növény volt, ezért napjainkban is számos megválaszolatlan kérdés kapcsolódik hozzájuk. Az álgabonák népszerűségének növeléséhez, az étrendekbe történő beillesztéséhez elsődleges előfeltétel lenne a megfelelő kényelmi termékek gyártása. A termékek gyártását megnehezíti, hogy eltérő tulajdonságaik miatt nem minden esetben alkalmazhatóak az ismert gabonafeldolgozási módszerek. A pszeudocereáliák elterjedésének hátráltató tényezői közé sorolható továbbá, hogy egyedi, jellegzetes ízvilág jellemzi, mely jelentősen eltér a hagyományos gabonákétól.

1.3.1. Az álgabonák származása és felhasználása

A Kolombusz előtti időkben az amarant és a quinoa Latin-Amerikában az inkák és az aztékok legjelentősebb terméshezó növényfajtái voltak. Régészeti leletek szerint a quinoát Peruban már Kr.e. 5000-ben termesztették, Kr.e. 3000 előtt már fogyasztották Chile északi részén. A spanyol hódításokat megelőzően széles körben termesztettek quinoát az Andok teljes régiójában: Kolumbiában, Ecuadorban, Bolíviában, Peruban és Chilében. Azonban a nagy földrajzi felfedezéseket és hódításokat követően az őslakosok hagyományait és ételeit felváltották az Európából behozott szokások és növénykultúrák, mint például a búza és az árpa. A helyi ősi gabonák termesztése háttérbe szorult, csak vidéki területek kisebb ültetvényein, kis mennyiségben, fogyasztásra termesztették tovább (Valencia-Chamorro, 2003).

A közönséges hajdinát először Kr.e. 6000 körül termesztették Ázsiában (Ohnishi, 1998), majd a kínai Yunnan tartományban, a Tibeti-fennsík szélén és a Himalája dombjain háziasították. Innen jutott el Tibetbe, Közép-Ázsiába, majd Közel-Keletre és Európába (Eggum et al., 1980; Bonafaccia et al., 2003).

Quinoa: A spanyolok előtti időkben a Latin-Amerikai lakosok már többféleképpen hasznosították a quinoát. Legtöbbször a teljes magokat megfőzve levesként, salátaként, édes desszertekben fogyasztották, lisztte őrlve hasznosították vagy sört készítettek belőle. A quinoában található szaponinok keserű ízt adnak a magoknak, ezért már a történelmi időkben lemosták vagy száraz hőkezelést követően

ledörzsölték a héját, ezzel megszüntetve a rossz ízét. Már akkoriban használt és ma is javasolt eljárás a magokat főzés előtt egy serpenyőben megpirítani, ami kellemes, diós ízt ad az ételnek. Napjainkban leggyakrabban rizs helyett, köretként főzve fogyasztják a quinoát. Emellett számos más felhasználási módja van a magoknak, gyakran használják reggeli kásák, tészták, italok elkészítéséhez. Gyakran kenyérhez vagy egyéb pékárukhoz készült lisztkeverékekhez adják, ezzel növelve a tápanyagtartalmat (Bejosano és Corke, 1999; Kovács et al. 2001; Segura-Nieto et al., 1999).

Hajdina: Hajdinát évszázadok óta sokféleképpen hasznosítják, a magjából készült ételeket két csoportba sorolhatjuk: megkülönböztetjük a dara -és a lisztételeket. A legnépszerűbb hajdinából készült étel egy zabkásához hasonló kása, amit sült dara tejben vagy vízben való főzésével készítenek. Ez elsősorban Lengyelországban és Oroszországban terjedt el. Az Egyesült Államokban ezt elsősorban tölteléként vagy tésztával összekeverve fogyasztják. A hajdina csíráztatva nyersen vagy főzve fogyasztható, illetve salátába tehető. Lisztjéből elsősorban kenyeret, palacsintát és tésztát készítenek. Japánban, Kínában és Olaszországban nagyon népszerű a hajdinalisztból és vízből készülő tészta. Szárított levelei magas rutintartalmuknak köszönhetően funkcionális élelmiszerek dúsítására alkalmasak, ez igazolja egészségmegőrző szerepét (Kreft et al., 2005; Cai et al., 2016).

Amarant: Az amarant magjait ismerete óta főzik, pörkölik, pattogatják vagy pelyhet készítenek belőle. Napjainkban a pattogatott és extrudált magok adnak leggyakrabban alapanyagot az amarantból készült termékekhez: reggeli müzlikhez, extrudált és ropogós szeletekhez (Ramos-Diaz et al., 2013). A quinoához hasonlóan, a glutén hiánya miatt az amarant lisztje sem használható önmagában kenyér készítéséhez, ugyanakkor a tésztához való hozzáadása jelentős mértékben javítja a tápértéket.

2. Anyag és módszer

Az álgabonák fogyasztási szokásaira vonatkozó primer kutatásunkat kérdőíves felmérés segítségével online felületen végeztük. A kutatás kapcsán a fiatalok fogyasztási szokásait szeretnénk volna megvizsgálni, ezért a célcsoportot a szegedi egyetemisták körére szűkítettük le. Felmértük, hogy körükben mennyire ismertek az álgabonatermékek, mennyire fontos számukra az egészségtudatos táplálkozás. A fogyasztási szokások felmérésén belül szeretnénk volna választ kapni arra, hogy a célcsoportot milyen mértékben befolyásolja vásárlásuk során az ártényező az élelmiszerek, azon belül az álgabonatermékek vásárlása esetén. Kitértünk többek között az egészségtudatosság fontosságára, az álgabonafogyasztás rendszerességére és indokára, valamint a vásárlást befolyásoló tényezők szerepére is.

Az online kitölthető kérdőívet a Google Űrlapok nevű online program segítségével készítettük el. Ezt követően több zárt, szegedi egyetemisták számára létrehozott Facebook csoportban, illetve egy gluténmentes étrendet követők számára alakított zárt csoportban hirdettük. Minden esetben külön felhívtuk a figyelmet arra, hogy kutatásunkat a szegedi egyetemisták körében végezzük, így csak az ő segítségüket szeretnénk kérni a felmérésünkhöz.

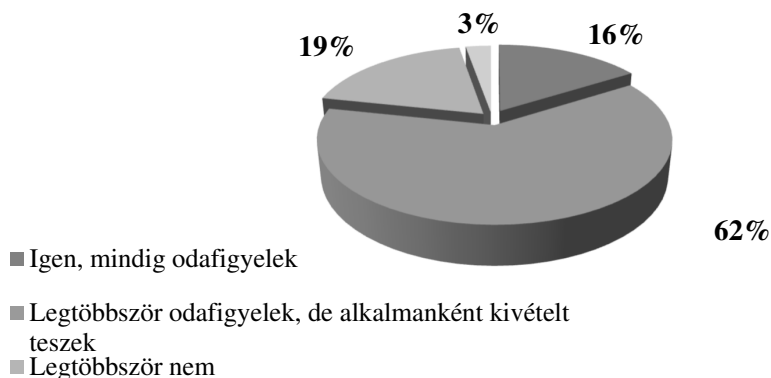
A kérdések között alkalmaztunk egyszeres és többszörös választást, valamint értékelő skálát. Ezek eredményeként 180 db értékelhető kérdőív gyűlt össze. Az adatok kiértékelését Microsoft Excel 2010 programmal végeztük.

3. Eredmények és értékelésük

A felmérés célcsoportját a szegedi egyetemisták alkották, ennek köszönhetően a kitöltők életkora minden esetben 18 és 28 év között alakult. A válaszadók 68%-a nő, azaz 122 fő, és 58 fő, azaz a kitöltők 32%-a férfi. Az eredendően gluténmentes álgabonák fogyasztási szokásainak szempontjából fontos volt megvizsgálni, hogy a kitöltők között milyen arányban vannak gluténérzékeny személyek. A kapott eredmények alapján a válaszadók 14%-a gluténérzékeny.

Vizsgáltuk, hogy a célcsoport számára mennyire fontos az egészségtudatos táplálkozás. Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy a kitöltők 16%-a mindig odafigyel, hogy egészségtudatosan táplálkozzon és a többség, 62%, azaz 112 fő is csak alkalmanként tesz kivételt. A 180 kitöltő közül mindössze 5 fő válaszolta azt, hogy nem figyel az egészségtudatosságra és mindig azt eszi, amit éppen megkíván.

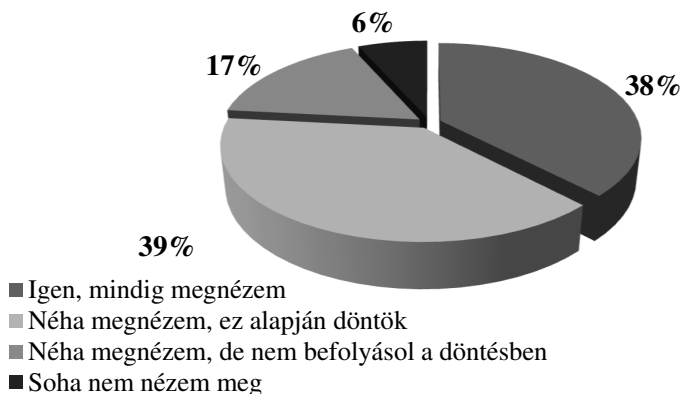
1. ábra: Az egészségtudatos táplálkozás fontossága a válaszadók számára



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A következő kérdés azt vizsgálta, hogy a válaszadók számára mennyire fontos vásárlás során a termékek összetétele. A válaszokat arra vonatkozóan, hogy a kitöltők elolvassák-e a csomagoláson feltüntetett összetevőket a 2. ábra szemlélteti. Megállapítható, hogy a válaszadók jellemzően odafigyelnek az összetevőkre a vásárlás során: 38% mindig megnézi, 39% néha megnézi és ez alapján dönt. A válaszadók mindössze 6%-a válaszolta, hogy soha nem nézi meg a csomagoláson feltüntetett összetevőket.

2. ábra: A csomagoláson feltüntetett összetevők tanulmányozásának gyakorisága



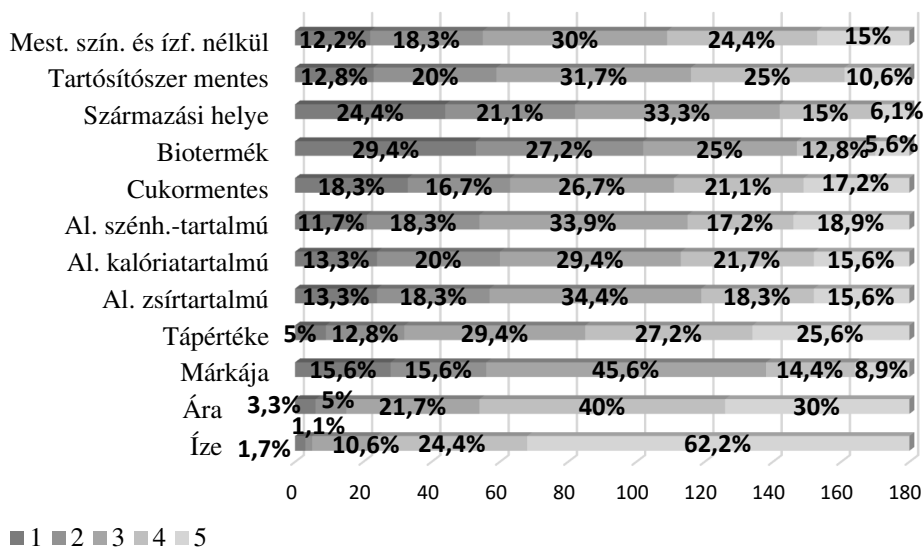
Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A következő kérdés során arra kértük a kitöltőket, hogy az élelmiszervásárlást befolyásoló tényezők fontosságát értékeljék 1-től 5-ig terjedő skálán. (1=egyáltalán nem fontos, 5=nagyon fontos)

A 3. ábrán látható, hogy a legfontosabb terméktulajdonságnak az élelmiszer íze (86,6%) bizonyult: a válaszadók 62,2%-a szerint a legfontosabb, és 24,4% szerint kiemelten fontos szempont élelmiszervásárlás során.

A termék ízéhez hasonlóan az ára is fontos tényező vásárlás során. A kitöltők 70%-a tartja fontosnak, ezen belül 30% szerint a legfontosabb szempont. A 180 válaszadó közül csupán 6 fő gondolja úgy, hogy egyáltalán nem befolyásolja az élelmiszer vásárlása során az ár. Jelentős befolyásoló tényezőként került még megjelölésre az élelmiszerek tápértéke, valamint az alacsony zsírtartalmú, alacsony kalória-, és szénhidráttartalmú élelmiszerek jelentősége. Élelmiszer vásárlás során a kitöltőket legkevésbé befolyásolja a termék származási helye, illetve bio minősítése.

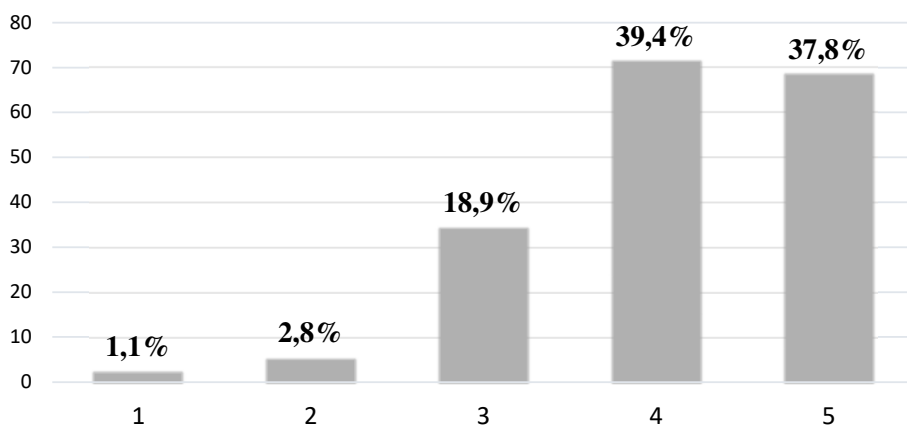
3. ábra: Élelmiszervásárlást befolyásoló tényezők fontossága



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A válaszadóknak egytől ötig terjedő skálán kellett megjelölniük meg, hogy mennyire nyitottak, számukra még ismeretlen ételek kipróbálására (1=teljesen elzárkózom ezektől, 5=igyekszem minél több újdonságot kipróbálni). A 4. ábrán látható, hogy a válaszadók több mint kétharmada (77,2%) nyitott az új ételek megkóstolására. A kitöltők 37,8%-a igyekszik minél több újdonságot kipróbálni, és mindössze két személy (1,1%) válaszolta, hogy teljes mértékben elzárkózik ezektől.

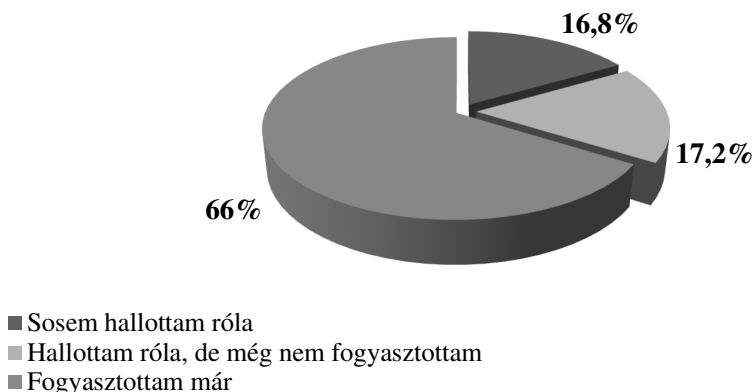
4. ábra: A válaszadók nyitottsága új élelmiszerek kipróbálása iránt



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A kérdőív második felében az álgabonákkal kapcsolatos kérdéseinket tettük fel. Először arra kerestük a választ, hogy a válaszadók ismerik-e és fogyasztottak-e már álgabonákat. A válaszok arányát az 5. ábra szemlélteti, melyből látható, hogy a kitöltők kétharmada (66%) fogyasztott már álgabonatermékeket, 17,2% hallott róla, de még nem fogyasztotta és 16,8% nem hallott még ezekről a növényekről.

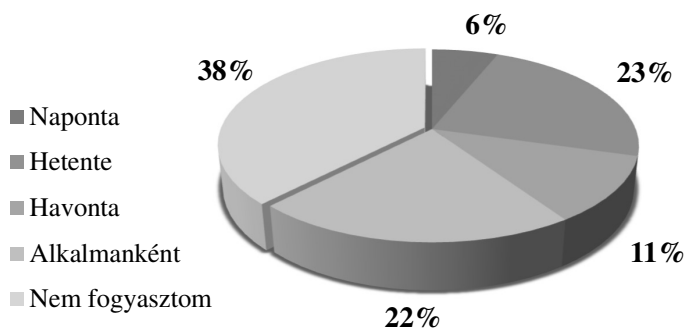
5. ábra: Álgabonák ismertsége a válaszadók körében



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

Felmértük, milyen arányban fogyasztják a kitöltők az álgabona termékeket, mely alapján megállapítható, hogy a válaszadók 62%-a fogyasztja, míg 38%-a nem fogyasztja ezeket a termékeket. Megvizsgáltuk, hogy amennyiben fogyasztják, ezt milyen gyakorisággal teszik. A válaszokat a 6. ábra segítségével szemléltetjük. A válaszadók 23%-a heti rendszerességgel, 22% alkalmanként fogyaszt, 6% pedig naponta fogyasztja ezeket a termékeket.

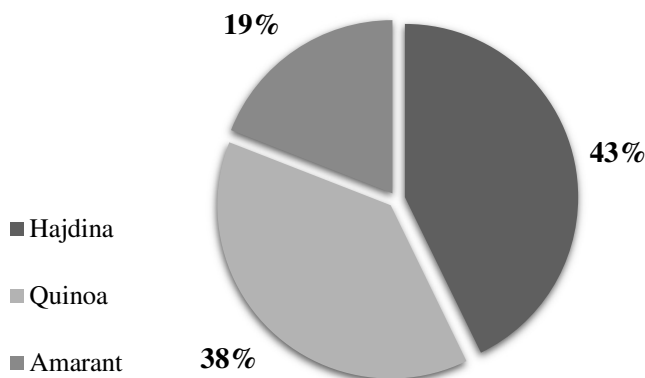
6. ábra: Álgabonatermékek fogyasztásának gyakorisága a válaszadók körében



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

Megvizsgáltuk, hogy az álgabonákon belül melyek az ismertebb és nagyobb arányban fogyasztott termékek. A 7. ábrából megállapítható, hogy a legtöbben a hajdinát fogyasztják (43%), ezt követi a quinoa, amit a válaszadók több mint egyharmada (38%) fogyaszt. A legkevésbé fogyasztott álgabonának az amarant (19%) bizonyult.

7. ábra: Egyes álgabonák fogyasztása

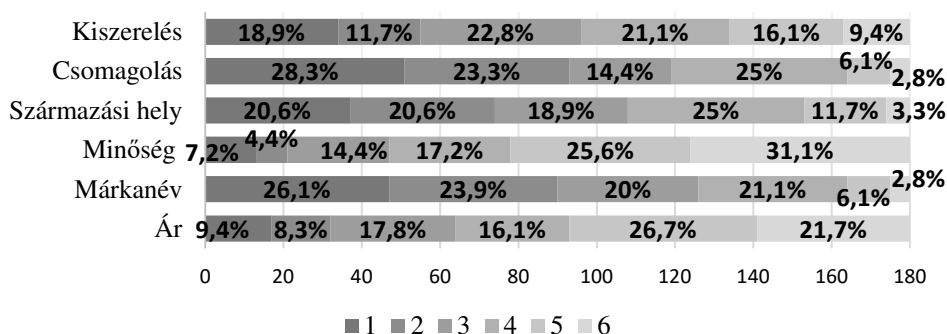


Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A következő kérdéssel azt vizsgáltuk, hogy milyen mértékben befolyásolják az álgabonatermékek vásárlását az egyes terméktulajdonságok (1=legkevésbé befolyásol, 6=leginkább befolyásol).

A 8. ábrából megállapítható, hogy kiemelkedően nagy értékkel szerepel a vásárlás során az álgabonatermékek minősége. A minőséghez hasonlóan fontos szempont a termék ára, amit a válaszadók közel fele (48,4%) előtérbe helyezett, tehát a célcsoport árérzékeny. A legkevésbé befolyásoló tényezőnek a termék csomagolása, a származási hely és a márkanév bizonyult.

8. ábra: Álgabonatermékek vásárlását befolyásoló tényezők

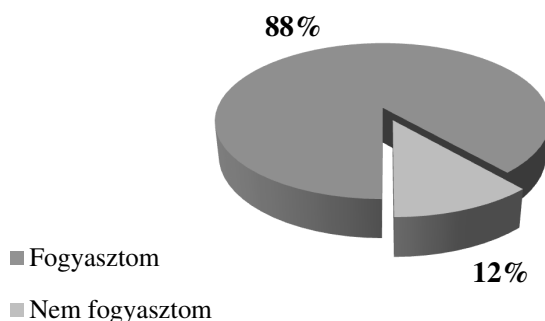


Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A kérdések feldolgozását követően összefüggéseket kerestünk a célcsoport álgabona fogyasztási szokásai és a gluténérzékenység között. Megvizsgáltuk, hogy a kitöltők csak a gluténérzékenység személyes- vagy családban való fennállása esetén fogyasztják-e az álgabonákat, illetve, hogy milyen arányban fogyasztják az álgabonatermékeket a gluténérzékenység függvényében.

Az adatok feldolgozása során megállapítottuk, hogy a 180 kitöltő közül 26 fő vallotta magát gluténérzékenynek. A 9. ábra szemlélteti, hogy a gluténérzékeny személyek 88%-a fogyaszt álgabonatermékeket. Ebből látható, hogy ezek a növények megfelelő alternatívát nyújtanak a különböző gabonafajták helyettesítésére gluténérzékenység esetén.

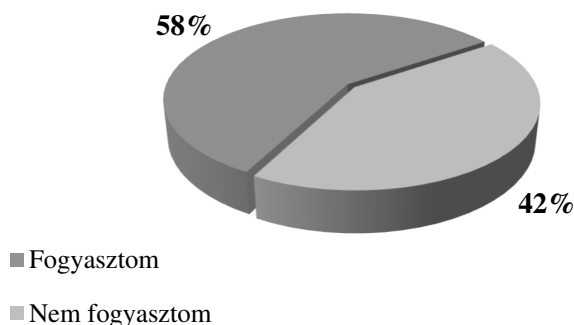
9. ábra: Álgabonák fogyasztása gluténérzékenység esetén



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

Ugyanez az adat a magukat egészségesnek valló személyek esetében más arányban alakul. A 10. ábrából megállapítható, hogy a nem gluténérzékeny kitöltők esetében már több mint 40% nem fogyasztja ezeket a termékeket.

10. ábra: Álgabonafogyasztás a nem gluténérzékeny kitöltők esetén



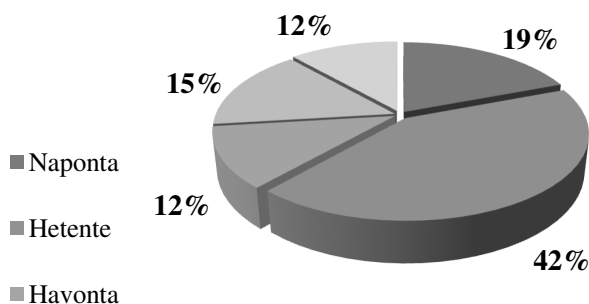
Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A 9. és a 10. ábrát összehasonlítva elmondható, hogy az álgabonatermékeket jelentősen nagyobb arányban fogyasztják a gluténérzékenyek, és kevésbé népszerűek a nem gluténérzékeny személyek esetében. Hasonló eredményeket kaptunk a fogyasztók közvetlen környezetének hatását vizsgálva. A válaszadók több mint kétharmada (69%) fogyasztja ezeket a termékeket abban az esetben, ha családjában vagy közvetlen környezetében él gluténérzékeny személy. Ellenkező esetben, ha a válaszadó közvetlen környezetében nem él gluténérzékeny személy, ez az arány már közel 10%-kal alacsonyabb (60%).

Miután az előzőek alapján megállapítottuk, hogy a gluténérzékenység befolyásolja az álgabonatermékek fogyasztását, vizsgáltuk, milyen hatással van a fogyasztás gyakoriságára.

A 11. ábrán látható ezen termékek fogyasztásának gyakorisága a gluténérzékeny válaszadók esetében. Legnagyobb arányban a heti rendszerességgel fogyasztók vannak jelen (42%), majd őket követik az álgabonatermékeket naponta fogyasztók (19%). A felmérésben résztvevő gluténérzékeny személyek 12%-a egyáltalán nem fogyaszt álgabonákat.

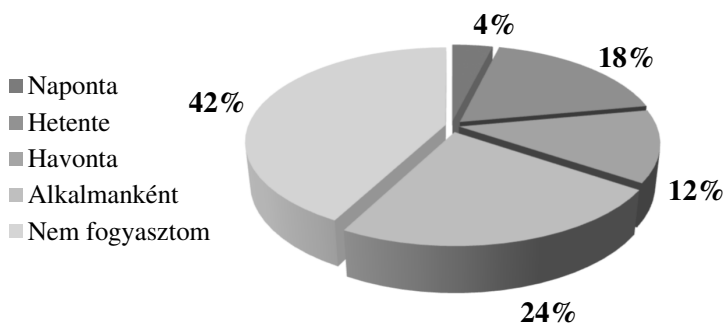
11. ábra: Álgabonatermékek fogyasztásának gyakorisága gluténérzékeny személyek esetében



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A nem gluténérzékeny válaszadók kétharmada (66%) egyáltalán nem, vagy csak alkalmanként fogyasztja ezeket a termékeket, 18% fogyasztja heti rendszerességgel, a napi fogyasztók aránya mindössze 4%. (12. ábra)

12. ábra: Álgabonatermékek fogyasztásának gyakorisága nem gluténérzékeny személyek esetében



Forrás: Primer kutatás alapján saját szerkesztés

A 11. és 12. ábra adatait összehasonlítva is látható, hogy a gluténérzékenység nagy hatással van a fogyasztói szokásokra. Ezt alátámasztja, hogy a gluténérzékeny válaszadók több mint fele (61%) naponta, vagy heti rendszerességgel fogyasztja ezeket a termékeket, ezzel szemben a nem gluténérzékeny kitöltők esetében ez az érték alig haladja meg a 20%-ot.

4. Következtetés, összegzés

A felmérésünk eredményéből következik, hogy a gluténérzékenység nagy mértékben befolyásolja az álgabonák ismertségét és fogyasztási szokásait a fiatalok körében. Legnagyobb arányban a gluténérzékenyek fogyasztják ezeket a termékeket, valamint meghatározó ételmisszer azok számára is, akiknek a közvetlen környezetben vagy családjában él gluténérzékeny személy. Ezek az adatok alátámasztják azt a tényt, miszerint az álgabonák tökéletes alternatívát jelentenek számos glutént tartalmazó gabonák helyettesítésére, ezzel változatosabbá teszik a gluténmentes táplálkozást.

A kutatási eredményeink rávilágítanak arra, hogy a célcsoport számára fontos az egészségtudatosság. A válaszadók 78%-a odafigyel, hogy egészségtudatosan táplálkozzon, emellett 77% megnézi a csomagoláson található összetevőket és azok befolyásolják is a vásárlás során.

Mivel az álgabonatermékek még kevésbé ismertek és elterjedtek ahhoz, hogy a legtöbb háztartásban megtalálhatók legyenek, ezért vizsgáltuk a célcsoport nyitottságát az új ételmisszerek iránt. A kérdőívelemzésből megállapítható, hogy a válaszadók többsége nyitott ezekre a termékekre, nem zárkózik el az egyedi minőségű ételmisszerek fogyasztásától.

A fogyasztói szokások vizsgálatából kiderült, hogy a vizsgált egyetemista célcsoport meglehetősen árérzékeny. Ételmisszer vásárlása során a válaszadók majdnem 70%-a tartja meghatározó tényezőnek a termék árát, álgabonatermékek esetén ugyanez az arány 48,4%-ra csökken, de így is a legjellemzőbben meghatározó

tényező. Az ár ebben az esetben különösen fontos szempont, hiszen az álgabonatermékek minden esetben drágábbak a hagyományos gabonatermékeknél.

Az összességében egészségtudatos és új élelmiszerek iránt nyitott fiatal célcsoport jelentős mértékben hozzájárul az álgabonák elterjedéséhez és ismertségének növeléséhez. A gluténmentes táplálkozásban fontos szerepet töltenek be az álgabonák, melyek iránti fogyasztói kereslet jövőbeni növekedése várható.

Irodalomjegyzék

- Antal E. – Takács H. (2018): *Élelmiszeripari Kézikönyv 2. – Gluténmentes Élelmiszerek*. NAK Kiadvány, Budapest
- Bejosano, F.P., Corke, H., (1999): Properties of protein concentrates and hydrolysates from amaranthus and buckwheat. *Sixth Symposium on Renewable Resources for the Chemical Industry*, 23–25 Bonn, 53.
- Bíró Gy. (2004): Új funkcionális élelmiszer-alkotórészek – A rosszindulatú daganatok és az oxidatív degradáció, *Édesipar*, 50, (4) 137–146.
- Bíró Gy., Dworschák E., Zajkás G. (1997): *Élelmiszerek az egészségmegőrzésben*. Budapest, Béres
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I. (2003): Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry* 80, 9–15.
- Cai, Y.Z., Corke, H., Wang, D., Li, W.D. (2016): Buckwheat: Overview. In: Wrigley, C., Corke, H., Seetharaman, K., Faubion, J. (Eds.), *Encyclopedia of Food Grains* (Second Edition), Volume 1: *The World of Food Grains*. Elsevier Ltd., Oxford, UK, 307–315.
- Eggum, B.O., Kreft, I., Javornik, B. (1980): Chemical composition and protein quality of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Qualitas Plantarum—Plant Foods For Human Nutrition* 30, 175–179.
- Fletcher, R. J. (2016): *Pseudocereals: Overview*. *Encyclopedia of Food Grains*, Second Edition, 274–279.
- Gordon E. (2006): Analysing the versatility and complexity of cereal grains. *Food Science Newsletter* 88, 1–5,
- Harris, D. M., Guten, S. (1979): Health protecting behaviour: an exploratory study. *Journal of Health and Social Behaviour* 20, 17–29.
- Henggeler J.C., Veríssimo M., Ramos F. (2017): Non-coeliac gluten sensitivity: A review of the literature. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 84–92.
- Kovacs, E. T., Maraz-Szabo, L., and Varga, J. (2001): Examination of the protein emulsifier-carbohydrate interactions in amaranth based pasta products. *Acta Aliment.* 30, 173–187.
- Kreft, I., Fabjan, N., Yasumoto, K. (2005): Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry* 98, 508–512.
- Ohnishi, O. (1998): Search for the wild ancestor of buckwheat III. The wild ancestor of cultivated common buckwheat, and of tartary buckwheat. *Economic Botany* 52, (2) 123–13.
- Ramos-Díaz, J.M., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P.A., Serimaa, R., Lampi, A.M., Jouppila, K., (2013): Use of amaranth, quinoa and kaniwa in extruded corn-based. *Journal of Cereal Science*, 12 April 2013. 1–51.
- Segura-Nieto, M., Shewry, P.R., Paredes-Lopez, O., (1999): Globulins of the pseudocereals: amaranth, quinoa, and buckwheat. In: Shewry, P.R., Casey, R. (Eds.), *Seed Proteins*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 453–475.
- Szakály Z. (2017): *Élelmiszer-marketing*, Akadémiai Kiadó 81–489.
- Valencia-Chamorro S.A (2003): Quinoa. In: Caballero B.: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 8. Academic Press, Amsterdam: 4895–4902.

NÖVÉNYTERMESZTÉSI KUTATÁSOK A GYAKORLAT SZOLGÁLATÁBAN

Pepó Péter

PLANT PRODUCTION RESEARCH IN THE SERVICE OF PRACTICE

Debreceni Egyetem MÉK, Növénytudományi Intézet, Debrecen

Absztrakt: A Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézetében évtizedek óta folytatunk tartamkísérleteket mészlepedékes csernozjom talajon. Ezekben a kísérletekben a legfontosabb szántóföldi növényfajokat (őszi búza, kukorica stb.), ill. azok genotípusait vizsgáljuk. A tartamkísérleteink eredményei azt bizonyították, hogy a szántóföldi növények terméseredményét az ökológiai, biológiai-genetikai és agrotechnikai tényezők interaktív módon befolyásolják. A termesztéstechnológia kialakításánál fontos figyelembe venni, hogy a szántóföldi növényfajok fajtáinak/hibridjeinek jelentősen eltér az egyes agrotechnikai-tényezőkre adott reakciójuk. A tudományos eredmények felhasználásával olyan termesztéstechnológiák alakíthatók ki, melyek a gyakorlati termesztésben agronómiailag és ökonómiailag hatékonyan alkalmazhatók. Ez az innovációs folyamat eredményesen szolgálja a tudomány-gyakorlat interaktív hatását.

Abstract: Different long-term experiments have been studied on chernozem soil in the University of Debrecen for several decades. In our long-term experiments we study the field crop species (winter wheat, maize etc) and their genotypes. The results of our long-term experiments proved that yields of field crops were determined by different ecological, biological-genetic and agrotechnical factors. In built up of agrotechnical models it is very important to take into consideration the various responses of field crops' variety/hybrid on different agrotechnical elements. Modern, up-to-date crop models could built-up in the practice by using scientific results coming from long-term experiments. This innovation process efficiently serves the interactive effects of scientific-practical collaboration.

Kulcsszavak: tartamkísérlet, növényi modell, csernozjom talaj, kukorica, őszi búza

Keywords: long-term experiment, crop model, chernozem soil, maize, winter wheat

1. Bevezetés, irodalmi áttekintés

A növénytermesztés technológiai folyamatában az adott növény termésmennyiségére, termésbiztonságára és termésmínőségére jelentős számú ökológiai, biológiai és antropogén (agrotechnikai) tényező hat. Ezek a tényezők egyenként, individuálisan is jelentős mértékben tudják befolyásolni a kultúrnövények termésképződési folyamatait, de még nagyobb számú azon kapcsolatok sokasága, amelyek a tényezők közötti kölcsönhatások eredményeként jelennek meg. A növénytermesztőt nem csak a végeredmény (termésmennyiség, minőség) érdekli, hanem az is, hogy mely tényezők azok, melyek hatására a változások bekövetkeztek. A gyakorlatban az üzemi táblák technológiai műveleteinek, időjárási feltételeinek, az alkalmazott genotípusoknak a regisztrálása és nyomon követése nagyon sok hasznos információt szolgáltat a termelő számára. Az esetek jelentős többségében azonban az üzemi feltételek között olyan nagyszámú tényező befolyásolja a termés mennyiségét és minőségét, hogy a hatások, de különösen a kölcsönhatások egzakt elkülönítése rendkívül nehézkes, ill. az esetek

többségében lehetetlen. Szükség van tehát szabatos, ellenőrzött feltételek mellett beállított szántóföldi kísérletekre, amelyek lehetőséget nyújtanak egy-egy, vagy több tényező termésképződésre gyakorolt hatásainak pontos meghatározására. Mivel az ökológiai feltételek (időjárás, talaj) jelentősen képesek módosítani az egyedi és interaktív hatásokat, ezért ezeket a kísérleteket eltérő termőhelyi feltételek mellett, különböző tájörzetekben célszerű beállítani és folyamatosan végezni. Hangsúlyozni kell ugyanakkor, hogy egy-egy tényező hatásának egzakt meghatározásához az szükséges, ha az adott agrotechnikai vagy biológiai tényező(ke)t konzekvensen, éveken keresztül, ugyanazon a területen folytatjuk. Ezek a tartamkísérletek rendkívül értékes, hosszú idősoros adatokat szolgáltatnak a növénytermesztési technológiák komplex fejlesztéséhez. A tartamkísérletek jelentősége azonban napjainkban ennél sokkal távolabbra is mutat. A növénytermesztési fejlesztések mellett alapadatokat, nélkülözhetetlen információkat szolgáltatnak a növény-nemesítés, a talajtan, az agrokémia, a növényvédelem és egyéb diszciplínák adatbázisához, ugyanakkor jelentősen hozzájárulnak a szaktanácsadási munkához, a klímaváltozás hatásainak meghatározásához, ill. az ahhoz történő adaptációhoz, a környezetvédelmi feladatok, az élelmiszerbiztonsági problémák megoldásához is. Nem véletlen, hogy a fejlett országokban a tartamkísérletek „védettek”, fenntartásuk nemzeti érdek. Egy-egy tartamkísérlet megszüntetése adott esetben egy percnyi döntést igényel, mellyel a több évtizedes, megismételhetetlen kutatási bázis, kísérleti feltételek tehetők tönkre.

A tartamkísérletek megvalósítása olyan team-munka, amelyben rendkívül sokan vesznek részt, munkájuk nélkül azok nem tarthatók fenn. Nagy azonban a felelősségük azoknak a személyeknek is, akik a tartamkísérletek vezetői, irányítói.

A tartamkísérletekben számos kísérleti megfigyelést, mérést, felvételezést szükséges végezni. Ezek egyrésze alapvizsgálatokat jelent (agronómiai, növényegészségügyi, termésképző elemek, termésmennyiség stb.), míg vannak olyan vizsgálatok, amelyek – az alapvizsgálatokat bővítve – sokkal részletesebb információkat szolgáltatnak (pl. környezetvédelmi, növényi termékminőség, tápanyagmérleg, vízmérleg stb. vizsgálatok). Az elmúlt évtizedben jelentősen bővítettük a műszerezettség kapacitásunkat a tartamkísérletekben végezhető in situ (szántóföldön), non-destruktív (roncsolás mentes) növényfiziológiai mérésekkel. Ezek elsősorban a szántóföldi növények fotoszintetikus kapacitásának, annak dinamikai változásának, valamint a növények vízforgalmának a meghatározására irányulnak.

A tartamkísérleteinkben a jelentős területen termelt növények (őszi búza, kukorica, napraforgó) mellett részletesen vizsgáljuk azokat az alternatív növényeket (szója, csemegekukorica, repce stb.), amelyek lehetőséget biztosítanak a jelenleg nagyon leszűkült hazai szántóföldi vetésszerkezet diverzifikálására. A két legfontosabb növényfaj a kukorica és az őszi búza, mert az ezeknél elért eredmények gyakorlati innovációja igen jelentős mértékben, széleskörűen hasznosítható, beépíthető a gyakorlati termesztéstechnológiákba.

A kukorica, mint C4-es növény az egyik legnagyobb termőképességgel rendelkező szántóföldi növényi kultúra a mérsékelt éghajlati övben. A nemesítés

eredményeként jelentősen nőtt a kukorica genetikai terméspotenciálja. A környezeti és agrotechnikai negatív hatások miatt ennek a genetikai terméspotenciálnak csak 25-35%-át tudjuk realizálni. Az elmúlt évtizedekben számos hazai és külföldi kísérletben vizsgálták a különböző tényezőknek a kukorica termés mennyiségére és termésstabilitására gyakorolt hatását. Az egyik ilyen klasszikus tartamkísérlet (Györfly, 1976) eredményei szerint a trágyázás 27%-ban, a fajta 26%-ban, az ápolás 24%-ban, az állománysűrűség 20%-ban, a mélyművelés 3%-ban határozta meg a kukorica termését. Sárvári (1995), Nagy (2005), Berzsenyi és Lap (2005), Árendás (2006), Pepó (2006a), Izsáki (2007), Széll et al. (2010) ugyancsak több évtizedes tartamkísérleteik alapján bizonyították a műtrágyázás jelentős termésnövelő hatását a kukoricánál. A trágyázás termést befolyásoló hatását nagymértékben módosította a vízellátás (Körschens, 2006; D'Haene et al., 2007; Vad et al., 2007; Pepó, 2009a; Vári és Pepó, 2011; Jakab et al., 2016; Jakab et al., 2005). A kukorica hibridek tápanyagreakciója jelentősen eltér egymástól. Azok a hibridek különösen értékesek a gyakorlati termesztés szempontjából, amelyeknek jó a természetes tápanyaghasznosításuk és kedvező a műtrágyázás hatására kapott terméstöbbletük (Sárvári, 1984; Pepó, 2001). Az optimális, harmonikus NPK trágyázás mellett kiemelkedően fontos a termőhelyre, a hibridre és az agrotechnikai modellre adaptált állománysűrűség megválasztása a kukorica termesztésben (Carlone és Russel, 1987; Nagy, 1989; Sárvári, 1995; Pepó et al., 2006; Pepó és Murányi, 2014). Különböző ökológiai és agrotechnikai feltételek mellett végzett kísérletekben a kukorica 80-90 ezer/ha állománysűrűségénél érték el a maximális termést (Gozübenli et al., 2004; Widdicombe és Thelen, 2002; Hoshang, 2012). Ugyanakkor nagyon szoros interakciót lehetett kimutatni a kukorica tőszáma és tápanyagellátása között, azaz megfelelő trágyaadagok nélkül nem lehetett az állománysűrűséget növelni (Russel, 1991; Nagy, 1996; Pepó és Vad, 2017).

A kukorica kifejezetten szenzibilis az időjárási és talajtani feltételekre, valamint az alkalmazott agrotechnikai elemekre (Nagy, 1996; Sárvári és Szabó, 1998). Nagy termést csak az intenzív, az optimálist megközelítő agrotechnika esetében várhatunk a kukoricától. Különösen fontos szempont az, hogy a kukorica termesztéstechnológiájában biztosítsuk a tényezők közötti összhangot.

A kukorica nem csak tápanyagigényes, hanem vízigényes szántóföldi növény. A kukorica vízellátása szempontjából különösen fontos a lehullott csapadék mennyisége, annak talajban raktározott része (őszi és téli félév csapadéka), valamint a kritikus fenofázisok vízellátottsága. A globális klímaváltozás hazai hatása egyrészt a csapadék mennyiségének csökkenésében, másrészt az átlaghőmérséklet növekedésében, harmadrészt pedig a kedvezőtlen időjárási szélsőértékek gyakoriságának és azok mélységének növekedésében nyilvánul meg. A hazai és külföldi kísérletek jelentős száma azt bizonyította, hogy a kukorica öntözési reakciója kedvező (Ruzsányi, 1992; Pepó et al., 2008). Ugyanakkor az öntözés terméstöbbletét az évjárat mellett bizonyos agrotechnikai elemek (trágyázás, tőszám, hibrid stb.) is befolyásolták (Pepó et al., 2008).

A búza második legnagyobb területen termesztett növényünk a szántóföldön. Meghatározó jelentőségű növényi kultúra, melyet a legkülönbözőbb ökológiai és

agrotechnikai feltételek mellett természetnek hazánkban. A búza termésmennyiségét részben az agroökológiai körülmények (évjárat, talaj), részben a fajta, részben az alkalmazott agrotechnikai műveletek szintje, intenzitása, ill. a végrehajtás minősége határozza meg (Bocz et al., 1983; Pepó, 2000a). A búza termésmennyiségét jelentősen befolyásolhatja a vetésváltás, az elővetemény. Az elővetemény nem csak a termés szintet határozza meg, hanem jelentős hatással lehet más agrotechnikai elemekre (tápanyagellátás, növényvédelem stb.), azok hatékonyságára is (Hornok és Pepó, 2007; Pepó, 2009b). A búza termesztéstechnológiájában kulcsfontosságú agrotechnikai elem a tápanyagellátás, a trágyázás (Jolánkai, 1982; Ruzsányi, 1991; Berzsényi, 1993; Bocz és Pepó, 1995). A búza tápanyagigényes, a trágyázással kijuttatott tápanyagokat jól hasznosító növényi kultúra. A búza mind a tápanyaghiányt, mind a túlzott tápanyag mennyiséget jól jelző növényi kultúra (indikátor növény). A búza tápanyagellátása során alapvető szempont a tápanyagok harmonikus visszapótlása. A kijuttatott tápanyagok hatékony érvényesülését részben az agroökológiai feltételek (Kovacevic, 2005), részben az alkalmazott genotípus (Pepó, 2007; Jakab et al., 2019), részben az agrotechnikai elemek (vetésváltás, öntözés, növényvédelem stb.) befolyásolhatják. Ugyancsak fontos agrotechnikai elem a búza termésmennyisége szempontjából a növényvédelem, elsősorban a megfelelő állományvédelem a különböző szár-, levél- és kalászbetegségekkel szemben (Pepó, 2000b). Az alkalmazott fungicidkezelések hatékonyságát az évjárat jellege, a fajta betegségtoleranciája, az alkalmazott agrotechnika egyaránt módosíthatja.

A búza relatíve kedvező klimatikus toleranciája miatt nem tartozik az öntözést megháláló növények csoportjába. Még aszályos évjáratban is viszonylag mérsékelt öntözési terméstopplelet adott az őszi búza (Pepó et al., 1989). Extrém száraz évjáratban azonban indokolt lehet a búza öntözését elvégezni az állományok életben tartása céljából.

A búza termesztéstechnológiájában az ökológiai, genetikai és agrotechnikai tényezők nem külön-külön fejtik ki hatásukat, hanem a tényezők között szoros, eltérő irányú (pozitív és negatív) és mértékű interaktív kölcsönhatások léteznek. (Mengistu et al., 2010; Pepó, 2006b). Ezek a kölcsönhatások – a rendszer összetettsége, bonyolultsága miatt – hosszabb időtartam alatt, egzakt módon beállított tartamkísérletekben vizsgálhatók megbízhatóan.

2. Anyag és módszer

A tartamkísérlet beállítása 1983. évben történt mészlepedékes csernozjom talajon. A tartamkísérlet Debrecen-től 15 km-re, a Hajdúságban található (É szélesség $47^{\circ} 33'$, K hosszúság $21^{\circ} 27'$). A kísérlet beállításakor végzett kiindulási talajvizsgálati eredmények azt bizonyították, hogy a csernozjom talaj fizikai és kémiai tulajdonságai, valamint vízgazdálkodási paraméterei rendkívül kedvezőek.

A kísérleti terület művelt rétegének a humusztartalma 2,6-2,8%, a talaj $\text{pH}_{\text{KCl}}=6,36-6,58$, azaz csak enyhén savanyú. A talaj kedvező N-szolgáltató képességű, az AL - oldható P_2O_5 tartalma közepes (133 mg kg^{-1}), az AL – oldható K_2O tartalma pedig jó (240 mg kg^{-1}). A csernozjom talaj tápanyagellátottsága (N, P_2O_5 , K_2O)

jelentősen változott az elmúlt évtizedek alatt a tartamkísérletekben alkalmazott agrotechnikai elemek (trágyázás, öntözés, vetésváltás) hatására. A kísérlet talaja kedvező talajfizikai tulajdonságokkal (középkötött, vályog típus) jellemezhető. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai kedvező vízbefogadó és jelentős víztartó képességet bizonyítanak. A tartamkísérletben termesztett növények vízellátása szempontjából mértékadó talajszelvényben (0-2 m) a talaj mintegy 600-700 mm vizet képes megtartani, tárolni, amelynek kb. 65%-a a diszponibilis víz mennyisége. A kísérleti területen a talajvíz átlagos mélysége 3-5 m, amely miatt a növények vízellátásában csak mérsékelt szerepet játszik.

A tartamkísérletben a legfontosabb agrotechnikai elemek vizsgálatát végezzük, melyek a következők:

- vetésváltás
- trágyázás
- vízellátás
- egyéb agrotechnikai elem.

A szántóföldi növényfajok genotípusainak (őszi búza, kukorica, napraforgó, csemegekukorica) tápanyagreakcióját vizsgáljuk eltérő tápanyagellátottsági szinteken. A kísérlet indítására 1983. évben került sor. A kísérletben hat tápanyagszintet alkalmazunk. A kontroll (műtrágyázás nélkül) mellett az alap műtrágya adag ($N = 30$ kg/ha, $P_2O_5 = 22,5$ kg/ha, $K_2O = 26$ kg/ha) két-, három-, négy- és ötszörös mennyiségét juttatjuk ki. A nitrogén műtrágya 50%-a ősszel, 50%-a tavasszal, a foszfor és kálium műtrágyák teljes mennyisége (100%) pedig ősszel kerül kiszórásra. A kísérlet split-split-plot elrendezésű négy ismétléssel. A tartamkísérletben alkalmazott agrotechnika (talajművelés, vetés, növényvédelem, betakarítás) megfelelt a korszerű búza termesztés feltételének.

3. Eredmények és értékelésük

Elméleti és gyakorlati szempontból kiemelt fontosságúak azok a tartamkísérleti eredmények, amely a különböző agrotechnikai tényezők több évtizedes hatását különböző klímafeltételek mellett mutatják meg. A polifaktoriális tartamkísérletünk 35 éves eredményeit különböző évjárat típusokat figyelembe véve dolgoztuk fel és értékeltük az agrotechnikai elemek hatását. Empirikusan minden növénytermesztő ismeri, tudja a vetésváltás, a trágyázás őszi búza és kukorica termésére gyakorolt hatását. Sokkal nehezebb azonban az egyes tényezők hatását számszerűsíteni (a termésvesztéset vagy terméstöbbletet konkrétan meghatározni), de különösen nehéz a tényezők interaktív hatását parametrizálni. A feladatot nehezíti az évjáráthatás is. Ezeknek a kérdéseknek a konkrét megválaszolására a tartamkísérletek eredményei adnak lehetőséget. Őszi búza esetében a legnagyobb gyakorisággal az átlagos vízellátottságú évjáratok (61%) fordultak elő a vizsgált években (1986-2020. évek). A búza átlagos évjáratban adta a legnagyobb termést mind a bikultúra (elővetemény = kukorica) vetésváltásban (8167 kg/ha), mind a trikultúra (elővetemény = borsó) vetésváltásban (8718 kg/ha). A műtrágyázás termésnövelő hatása is az átlagos évjáratban volt a legnagyobb (5669 kg/ha, ill. 3176 kg/ha). Műtrágyázással tehát a kedvezőtlen elővetemény (kukorica) hatását

jelentősen mérsékelni lehetett, azaz a kedvező előveteménnyel (borsó) összehasonlítva a termésmaximumok közötti különbség csak 500 kg/ha volt. Jelentősen eltérő műtrágya adagok használatával lehetett azonban ezt az eredményt elérni (kukorica elővetemény után N₁₅₀₋₂₀₀ +PK, borsó elővetemény után N₅₀₋₁₀₀ +PK). Az átlagos évjáráthoz viszonyítva kisebb termést értünk el mind a száraz (5590 kg/ha, ill. 7279 kg/ha), ill. csapadékos évjáratban (5419 kg/ha, ill. 6190 kg/ha). A borsó kedvező elővetemény értéke különösen aszályos évjáratban jelentkezett mind hiányos tápanyagellátás (kontroll) (1892 kg/ha, ill. 4426 kg/ha), mind optimális NPK dózis esetében (5590 kg/ha, ill. 7279 kg/ha termések, azaz 1689 kg/ha terméskülönbség) (1. táblázat).

1. táblázat: Vetésváltás, évjárat, trágyázás hatása az őszi búza termésére (Debrecen, csernozjom talaj, nem öntözött, 1986-2020)

Mtr. kezelés	Termés (kg/ha)		
	Aszályos évjárat (9 év) (25%)	Átlagos évjárat (22 év) (61%)	Csapadékos évjárat (5 év) (14%)
<u>Bikultúra</u> (kukorica)			
Kontroll	1892	2498	3162
N _{opt} +PK	5590 3698	8167 5669	5419 2257
<u>Tri kultúra</u> (borsó)			
Kontroll	4426	5542	4885
N _{opt} +PK	7279 2853	8718 3176	6190 1305

Bikultúra opt N= 150-200 kg/ha+PK

Tri kultúra opt N=50-100 kg/ha+PK

Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

Rendkívül tanulságosak a hosszú távú tartamkísérleteink kukoricára vonatkozó eredményei. A kukorica esetében a legnagyobb termést a kedvező vízellátottságú, csapadékos évjáratban kaptuk (ez a jelentős ökológiai szenzibilitását jelzi a növénynek!) mindhárom vetésváltásban (monokultúra 13014 kg/ha, bikultúra 12599 kg/ha, tri kultúra 12795 kg/ha). Kedvező vízellátás esetén a vetésváltás közötti különbségek megszűntek. (A monokultúrás kísérletet rendkívül intenzív növényvédelem mellett tudjuk fenntartani.) Átlagos évjáratban már megjelentek a vetésváltások közötti különbségek relatíve kedvező termésszinten (10,0-12,0 t/ha), de a legnagyobb problémát az évjáratok 34%-át képviselő aszályos évjáratban lehetett tapasztalni a vetésváltási rendszerek között (mono 5,0 t/ha, bi 8,2 t/ha, tri 7,6 t/ha). Az évjáratok vízellátottsága alapvetően meghatározta a kijuttatott műtrágyák érvényesülését, hatékonyságát. Aszályos évjáratban a kukorica műtrágyázási terméstöbblete rendkívül mérsékelt volt (0,9-1,3 t/ha), míg kedvező vízellátottságú évjáratokban lényegesen kedvezőbb termésnövekedést mértünk (átlagos évjáratban

1,9-4,5 t/ha, csapadékos évjáratban 2,3-5,5 t/ha). A rendkívül nagy tápanyagigényű kukorica monokultúrák termesztése a talaj tápanyagkészletének csökkenését eredményezte (a kontroll kezelésben 2,0-3,5 t/ha-ral kisebb termés a bi- és trikultúrához képest), ill. ennek következtében lényegesen nagyobb volt a műtrágyázás termésnövelő hatása monokultúrában mindhárom évjárat típusban (1,3 t/ha, 4,5 t/ha, ill. 5,5 t/ha) a bi- és trikultúra vetésváltáshoz képest (2. táblázat).

2. táblázat: Vetésváltás, évjárat, trágyázás hatása a kukorica termésére (Debrecen, csernozjom talaj, nem öntözött, 1986-2020)

Mtr. kezelés	Termés (kg/ha)					
	Aszályos (12 év, 34%)		Átlagos (17 év, 49%)		Csapadékos (6 év, 17%)	
<u>Monokultúra</u>						
Kontroll	3743	1315	6236	4483	7538	5476
N _{opt} +PK 180-240	5058		10719		13014	
<u>Bikultúra</u>						
Kontroll	7279	924	9512	2789	10208	2319
N _{opt} +PK 120-180	8203		12301		12599	
<u>Trikultúra</u>						
Kontroll	6 708	891	9782	1991	10221	2574
N _{opt} +PK 60-120	7 599		11773		12795	

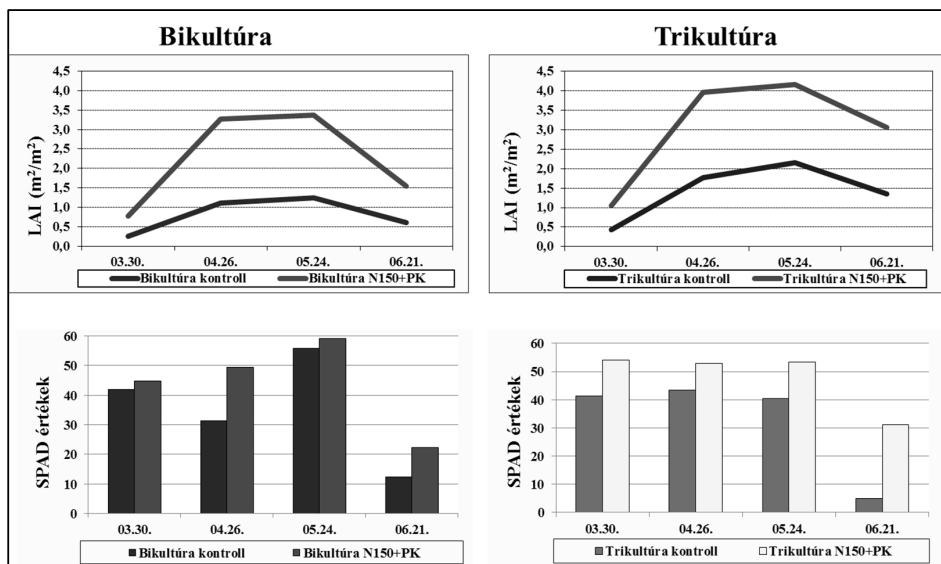
Mono: N_{opt} = 180-240; Bi: N_{opt} = 120-180; Tri: N_{opt} = 60-120

Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

Tartamkísérleteinkben alapvető célunk az, hogy a különböző kezeléseknek a termésmennyiségre, termésminőségre gyakorolt hatását ne „csak” meghatározzuk (ez is rendkívül fontos, mert számszerű, egzakt eredményekkel rendelkezünk), hanem a változások, a folyamatok ok-okozati összefüggéseit is feltárjuk ezzel is megerteremtve a vegetációs periódusban a lehetséges agrotechnikai beavatkozások szakmai alapjait. Ebből a szempontból kiemelkedően fontos szerepet játszanak az in situ, non-destruktív növényfiziológiai műszeres mérések. Ezek alapvetően a növényállományok fotoszintetikus kapacitásának (levélterület = LAI, relatív klorofill tartalom = SPAD), ill. annak dinamikai változásának a meghatározására irányulnak. Őszi búza tartamkísérletben a különböző évjáratokban jelentős különbséget lehetett megállapítani, mind a LAI értékek, mind a SPAD értékek dinamikájában, valamint azok maximális értékeiben vetésváltástól és döntően a trágyázástól függően. Bikultúrában a búzaállományok LAI_{max} értéke 3,0-3,5 m²/m², a SPAD_{max} értéke 45-59 között változott (1. ábra). A fotoszintetikus kapacitás trikultúrában termesztett őszi búza esetében lényegesen nagyobb volt, elsősorban a megnövekedett levélterület (LAI_{max} = 4,0-4,5 m²/m²), valamint a relatív klorofill tartalom hosszabb ideig történő megmaradása miatt (SPAD_{max} = 45-55) (1. ábra). Különösen fontosak azok a különbségek a kezelések hatására, amelyek a levélterület tartósság (LAD) esetében mutatkoztak (kontroll 80-130 m²/m² nap, N₁₅₀ +PK 200-

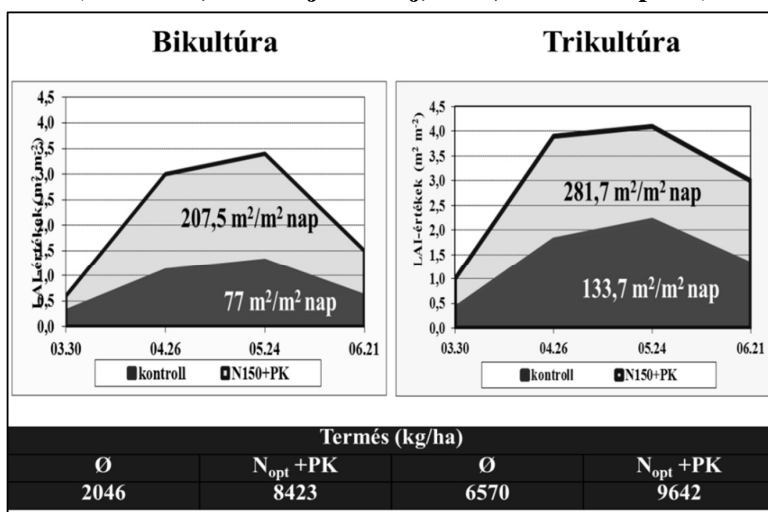
300 m²/m² nap), amely a terméskülönbségek magyarázatául szolgálhat (kontroll 2,0-6,5 t/ha, ill. N₁₅₀ +PK 8,4-9,6 t/ha) (2. ábra).

1. ábra: A vetésváltás és a trágyázás hatása a búza levélterület index (LAI) értékeire és relatív klorofill tartalmára (SPAD értékek) (Debrecen, csernozjom talaj, 2011, Vári E.-Pepó P.)



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

2. ábra: A vetésváltás és a tápanyagellátás hatása a búza levélterület tartósságára (LAD = Leaf Area Duration) (Debrecen, csernozjom talaj, 2011, Vári E.-Pepó P.)



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

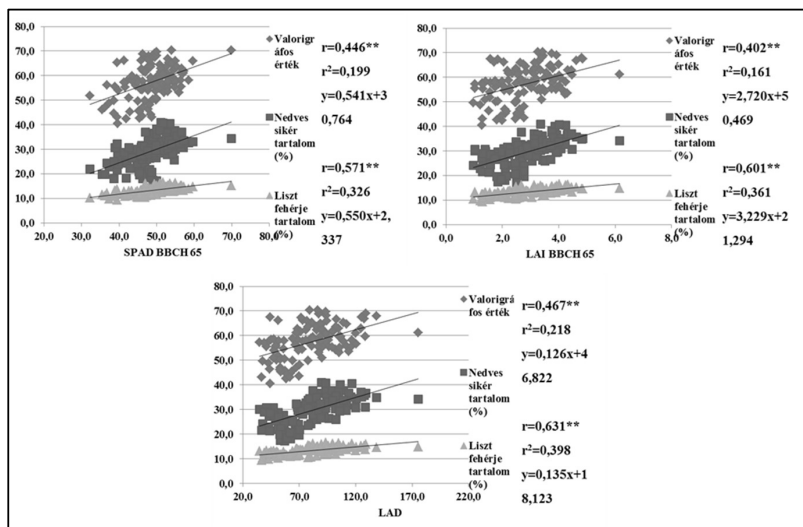
3. táblázat: Trágyázás hatása a kukorica LAI dinamikájára, a LAI_{max} és SPAD értékeire (Debrecen, csernozjom talaj, 2011)
(Vári E. – Pepó P.)

Vetésváltás	Mtr.	LAI (m ² /m ²)		SPAD értékek	
		07.08.	09.12.	07.08.	09.12.
Monokultúra	Ø	1,7	0,2	46,9	4,5
	N ₁₂₀ +PK	2,1	0,2	51,4	6,7
	N ₁₈₀ +PK	2,2	0,5	55,7	11,8
Bikultúra	Ø	2,9	0,7	53,6	7,2
	N ₁₂₀ +PK	3,6	0,9	56,9	7,3
	N ₁₈₀ +PK	3,5	1,0	57,9	21,6
Tri kultúra	Ø	3,9	0,4	58,5	11,0
	N ₁₂₀ +PK	4,2	0,6	60,0	11,9
	N ₁₈₀ +PK	4,4	0,7	60,3	19,6

Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

A kukorica tartamkísérletben végzett növényfiziológiai mérések (LAI, SPAD) a búzához hasonló tendenciákat mutattak. Jelentős volt a trágyázás és részben a vetésváltás hatása a különböző időpontokban mért kukorica LAI és SPAD értékeire, valamint ezen paraméterek dinamikai változására. A LAI_{max} értéke kukorica monokultúrában 2,2 m²/m², bikultúrában 3,5 m²/m², tri kultúrában 4,4 m²/m² volt az N₁₈₀ +PK műtrágya kezelésben. A relatív klorofill tartalom értékei (SPAD_{max}) pedig 55,7, 57,9, valamint 60,3 voltak az eltérő vetésváltások esetében (3. táblázat).

3. ábra: Őszi búza genotípusok fiziológiai és minőségi tulajdonságai közötti regressziós függvényegyenletek (Debrecen, csernozjom talaj, 2011-2012, Szabó É. – Pepó P.)



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

A növényfiziológiai mutatók alapján nem csak a várható termés mennyiségre következtethetünk, hanem a termés minőséget is – bizonyos korlátok között – előre jelezhetjük. Őszi búza fajták vizsgálatával tartamkísérletben azt tudtuk bizonyítani, hogy a virágzáskori-tejesérésbeni LAI, SPAD és LAD értékek, valamint a búza valorigráfos értékszáma, nedves sikértartalma és a liszt fehérjetartalma között közepes erősségű korreláció ($r = 0,4-0,7$) áll fenn. Ez lehetőséget nyújt – átlagos időjárási feltételek mellett – a betakarítás előtti 3-4 héttel a búza minőségének várható előrejelzésére (3. ábra).

A tartamkísérletek eredményeinek, az idősoros adatoknak a feldolgozása lehetőséget nyújt számunkra, hogy az egyes tényezők termésre gyakorolt hatásait a gyakorlati termesztés számára is közérthetően érzékeltessük. Ilyen vizsgálatokat végeztünk el őszi búzánál és kukoricánál a variancia komponensek felbontásának statisztikai módszerével.

4. táblázat: Az agrotechnikai tényezők szerepe a búzatermesztésben, az egyes évjáratokban (Debrecen, csernozjom talaj, 2004-2013)

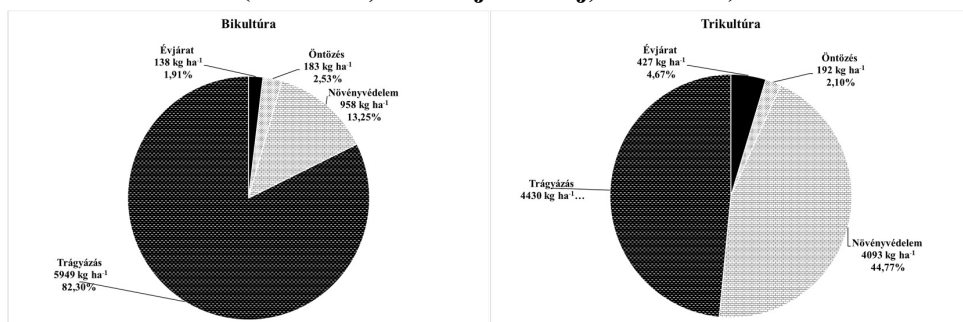
Év	Agrotechnikai tényezők termésnövelő hatása (%)				
	Vetésváltás	Öntözés	Növényvédelem	Trágyázás	Összesen
2004	37,75	3,42	17,89	40,94	100,00
2005	30,51	3,02	17,48	48,99	100,00
2006	21,34	0,74	22,64	55,28	100,00
2007	27,83	15,23	9,01	47,94	100,00
2008	35,12	0,44	37,70	26,47	100,00
2009	34,28	7,69	12,07	45,97	100,00
2010	30,53	0,15	41,08	28,24	100,00
2011	35,11	2,69	10,33	51,87	100,00
2012	10,38	1,63	12,44	75,54	100,00
2013	22,38	1,07	8,95	67,60	100,00

Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

A variancia-komponensek felbontásával vetésváltásonként, valamint a vetésváltások átlagában értékeltük évjáratonként és a 10 éves periódusban az egyes agrotechnikai tényezők hatását az őszi búza termésnövekményére (4. táblázat). A kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy az egyes vetésváltási rendszerekben az agrotechnikai elemek hatása eltérően érvényesült. Bikultúrában valamennyi évjáratban a trágyázásnak volt döntő hatása a termés mennyiségre (56,92-91-29% hatás évjáratától függően). A növényvédelem és az öntözés hatása erőteljesen függött az évjáratától (8,37-42,14%, ill. 0,18-19,66% hatás). Csapadékos évjáratban a növényvédelem jelentősége nőtt meg (2010. évben 42,14%), míg száraz évjáratokban jelentős volt az öntözés hatása (2007. évben 19,66%). Trikkultúra vetésváltásban ugyancsak fontos volt a trágyázás hatása, de annak mértékét az adott évjárat vízellátottsága határozta meg. Csapadékos évjáratokban a trágyázás hatása mérsékelt volt (10,50-17,70% hatás 2004. és 2010. években), mert a kedvező elővetemény (borsó) és vízellátás miatt a csernozjom talaj tápanyagkészletének

nagyobb része tudott hasznosulni. Száraz években a trágyázás jelentősége megnőtt (67,10-80,13% 2011., 2012., 2013. évek), mert a búza a műtrágyák könnyebben felvehető tápanyagkészletét tudta jobban hasznosítani. Trikulturában a növényvédelem hatása (16,77-81,81%) sokkal erőteljesebben jelentkezett, mert a kedvezőbb állományfejllettség miatt a levél-, szár- és kalászbetegségek korábban és nagyobb mértékben jelentkeztek a búza állományokban a bikultúrához viszonyítva (4. ábra).

4. ábra: Az évjárat és agrotechnikai tényezők hatása a búza termésére eltérő vetésváltási rendszerekben (Debrecen, csernozjom talaj, 2004-2013)



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

5. táblázat: Az agrotechnikai tényezők szerepe a kukoricatermesztésben az egyes évjáratokban (Debrecen, csernozjom talaj, 2004-2013)

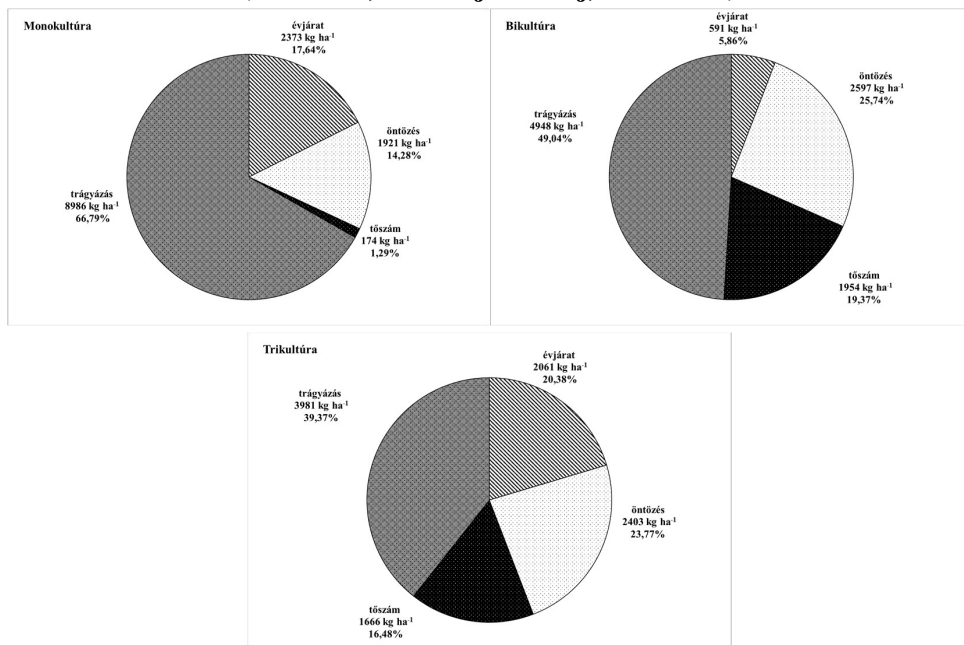
Év	Agrotechnikai tényezők termésnövelő hatása (%)				
	vetésváltás	öntözés	tőszám	trágyázás	összesen
2004	19,50	9,72	9,51	61,27	100,00
2005	33,07	4,45	11,89	47,59	100,00
2006	33,57	7,57	19,18	39,68	100,00
2007	38,15	41,03	8,93	11,88	100,00
2008	32,15	0,89	13,59	53,37	100,00
2009	28,93	29,51	3,41	38,15	100,00
2010	30,06	1,28	19,00	49,66	100,00
2011	27,56	15,04	6,87	50,53	100,00
2012	27,54	15,97	13,03	43,46	100,00
2013	29,16	19,13	13,90	37,81	100,00

Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

A variancia komponensek felbontásával vetésváltásonként értékeltük az agrotechnikai tényezők szerepét a kukorica terméstöbbletében az egyes évjáratokban (5. táblázat). Monokultúrában az öntözés termést befolyásoló hatása az évjárat vízellátottságától függően változott (0,44-57,81% hatás). A tartamkísérletben 2005-

ben, 2008-ban és 2010-ben öntözést nem alkalmaztunk (0,44-11,08% öntözési utóhatás). A vizsgálati periódus további 7 évéből az öntözés legnagyobb hatását a kukorica szempontjából kifejezetten kedvezőtlen évjáratokban kaptuk (2007. évben 57,81%, 2009. évben 28,02%, 2013. évben 27,48% hatás). Mérsékeltén száraz évjáratban az öntözés 6,93-14,49%-ban befolyásolta a kukorica terméstöbbsletét. A tőszám termésre gyakorolt hatása széles intervallumban (1,46-23,76%) változott évjáratától függően. Az agrotechnikai tényezők közül a trágyázás szerepe volt a döntő monokultúrában. A trágyázás a kukorica terméstöbbsletét 67,17-91,01%-ban befolyásolta, ami összefüggésben van a folyamatosan, évről – évre természetű kukorica kifejezetten nagy tápanyagfelvételével. Bikultúrában az agrotechnikai tényezők jelentősége, a kukorica terméstöbbsletére gyakorolt hatása módosult a monokultúrához képest. Az öntözés termésnövelő hatása (4,53-65,37%) meghaladta a monokultúrában kapott értéket. A száraz évjáratokban 50,42-65,37%, átlagos időjárású évjáratokban pedig 5,13-24,34% között változott az öntözés termésre gyakorolt hatása a bikultúrában. A tőszám hatása ugyancsak nagyobb (0,55-43,79%) volt, mint a monokultúrás termesztésben. Bikultúrában – a kedvezőbb vetésváltás miatt – a tőszám növelésére a kukorica kedvezőbb terméstöbbslettel reagált. A trágyázásnak – az előzőekkel ellentétben – viszont mérsékeltőbb és a vizsgált évjáratokban sokkal kiegyenlítettebb volt a hatása (20,23-62,66%). Az aszályos 2007. évet (20,23% hatás) leszámítva a vizsgálati periódus 9 további évében a trágyázás termésbefolyásoló hatása 38,19-62,60% között változott, azaz meglehetősen kiegyenlített volt. Trikultúrában az agrotechnikai tényezők termésre gyakorolt hatása eltért a monokultúrában és a bikultúrában mért értékektől. A trikultúrában a búza termésmennyisége rendszerint meghaladta a bikultúrában mért termésmennyiségeket, mert nagyobb fitomassza tömeg és nagyobb termés nagyobb vízfelvétellel járt együtt. Így a trikultúrában termesztett kukorica kedvezőtlenebb vízellátottsági feltételek közé került. Ezt bizonyítja, hogy trikultúrában az öntözés termésbefolyásoló hatása 0,94-87,25% között változott, azaz meghaladta a másik két vetésváltásban számított értékeket. Különösen jelentős volt az öntözés hatása a kukorica termésére az aszályos évjáratokban (2007. évben 87,25%, 2009. évben 59,09%, 2013. évben 58,81% hatás). Az állománysűrűség hatása (0,15-39,53%) hasonló volt a bikultúra esetében meghatározott értékekkel. A trikultúrában szereplő borsó a talaj és a vetésforgó tápanyaggazdálkodására gyakorolt kedvező hatását a nagyobb termések nagyobb tápanyagigénye eliminálta, amelynek következtében a trikultúrában a trágyázás hatása nagyobb (12,59-78,40%) volt, mint a bikultúrában. A trágyázás legkisebb hatását trikultúrában is az aszályos 2007. évben tapasztaltuk (12,59%), míg a többi vizsgálati évben a trágyázás termést befolyásoló hatása 34,76-78,40% között változott (5. ábra).

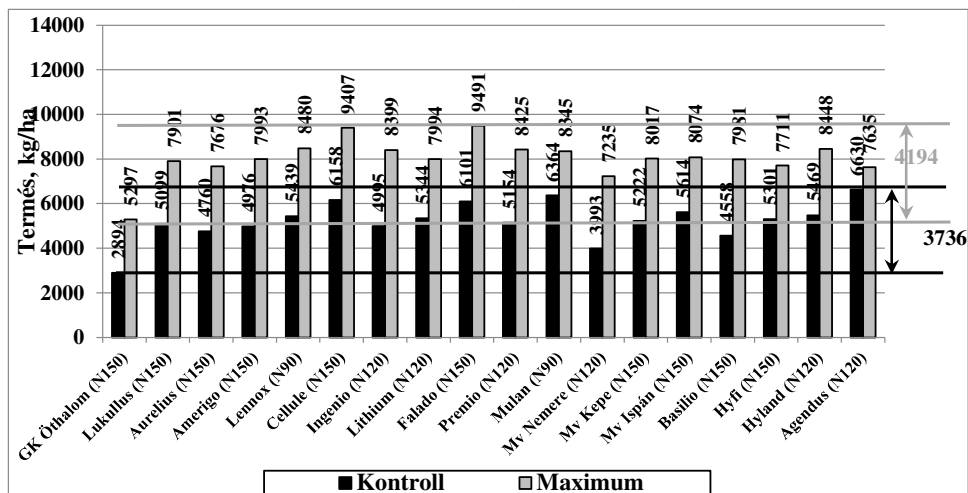
**5. ábra: Az évjárat és agrotechnika tényezők hatása a kukorica termésére
eltérő vetésváltási rendszerekben
(Debrecen, csernozjom talaj, 2004-2013)**



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

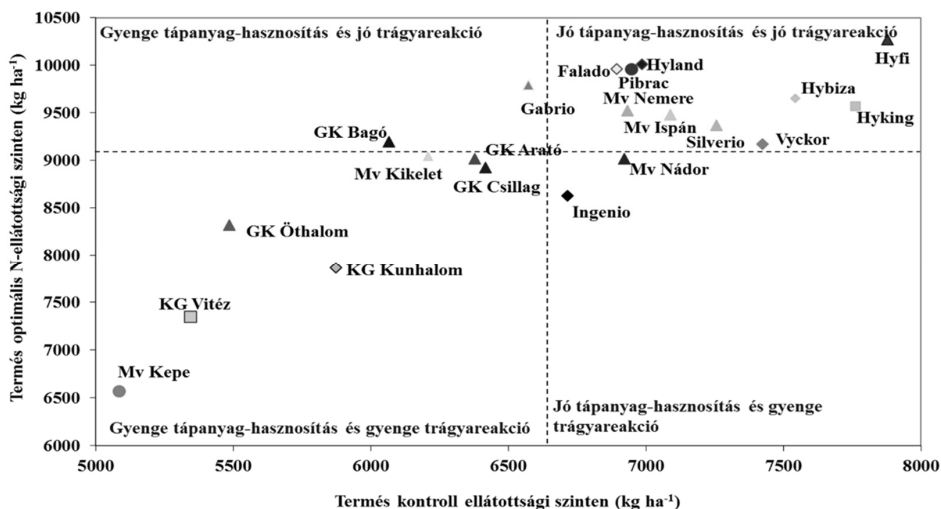
Tartamkísérleteink lehetőséget nyújtanak különböző szántóföldi növényfajok (őszi búza, napraforgó, kukorica) tápanyagreakciójának egzakt meghatározásához. Az agronómiailag optimalizált, környezetbarát, költséghatékony trágyázáshoz szükséges a fajták/hibridek természetes tápanyag-hasznosító képességének, trágyareakciójának, az optimális NPK adagnak, valamint a trágyareakció-görbéknek az ismerete. Az őszi búza fajták természetes tápanyag-hasznosító képessége jelentősen eltérhet egymástól (2017. évben a kontroll kezelésben 2900-5600 kg/ha termések, azaz 3700 kg/ha különbség a vizsgált fajták között), de ilyen nagy terméskülönbséget lehetett megállapítani a búzafajták termésmaximumában is (2017. évben 5300-9500 kg/ha, azaz 4200 kg/ha különbség), valamint az optimális N+PK igényében (N = 60-150 kg/ha +PK között változott) (6. ábra). A fajtákat speciális koordinátarendszerben ábrázolva tápanyag-hasznosításuk és trágyareakciójuk alapján 4 csoportba lehet besorolni. Ezek a típusok hasznos segítséget nyújthatnak a gyakorlati trágyázási technológiák megvalósításában (7. ábra).

6. ábra: Őszi búza genotípusok tápanyagreakciója
(Debrecen, 2017)



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

7. ábra: Őszi búzafajták tápanyaghasznosítása
(Debrecen, 2020)



Forrás: A szerző saját szerkesztése saját kutatás alapján

4. Következtetések, összegzés

A növénytermesztési kutatásokban különlegesen fontos helyet foglalnak el a tartamkísérletek, amelyek az eredeti céljukat, azaz a technológiafejlesztést messze túlmutató jelentőséggel bírnak. Ezek a tartamkísérletek rendkívül eredményesen

szolgálják a jelen és jövő klímakutatását, a környezetvédelmi és tájvédelmi projektek kialakítását, de hozzájárulhatnak a politikai döntéshozók különböző gazdaságpolitikai intézkedéseinek megalapozásához. A tartamkísérletek eredményeinek felhasználásával olyan, eltérő intenzitású növényi modelleket alakíthatunk ki, alapozhatunk meg tudományosan, amelyek eredményesen segíthetik a gyakorlatban gazdálkodók növénytermesztési technológiáinak agronómiai és ökonómiai hatékonyságát, a fenntartható gazdálkodás minél szélesebb körű megvalósítását.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Árendás T. (2006): Növénytáplálás új szemlélettel. *Gyakorlati Agroforum*. 17.12M. 8-10.
- Berzsenyi Z., Lap D. Q. (2005): Műtrágyázás x növényszám interakció hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés* 54, 1-2: 35-53.
- Berzsenyi, Z. (1993): Növekedésanalízis a kukoricatermesztési kutatásokban. MTA Akadémiai doktori értekezés, Martonvásár.
- Bocz E., Pepó P., Pepó, P. (1983): A víz- és tápanyag szerepe a termésminőségben. Őszi búza. *Magyar Mezőgazdaság*, 38.évf.41.sz. 8.
- Bocz E., Pepó, P. (1985): Az őszi búza fajták trágyareakciójának vizsgálata csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 34. 6. 481-493.
- Carlone, M.R., Russel, W.A. (1987): Response to plant densities and N levels for four maize cultivars from different ears of breeding. *Crop Science*, 27. 465-470.
- D'Haene, K., Magyar M., De Neve, A., Pálmai O., Nagy J., Németh T., Hofman G. (2007): Nitrogen and phosphorus balances of Hungarian farms. *European Journal of Agronomy*. 3. 224-234.
- Gözübenli, H., Klinik, M., Sener, O., Konuskan, O. (2004): Effects of single and twin row planting on yield and yield components in maize. *Asian Journal of Plant Sciences*. 3. (2) 203-206.
- Györfy B. (1976): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények* 35: 239-266.
- Hornok M., Pepó P. (2007): Az őszi búza terméseredményeinek értékelése bikultúra és trikultúra vetésváltásban, hajdúsági csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 56. (5-6) 333-344.
- Hoshang, R. (2012): Effect of plant density and nitrogen rates on morphological characteristic grain maize. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 2. (5) 4680-4683.
- Izsáki Z. (2007): N and P impact on the yield of maize in a long-term trial. *Cereal Research Communications*, 35. 4. 1701-1711.
- Jakab P., Futó Z., Csajbók J. (2005): Analyze of photosynthesis and productivity of maize hybrids in different fertilizer treatment. IV. Alps-Adria Scientific Workshop Portoroz, Slovenia. *Cereal Research Communication*. Vol. 33. No. 1. 205-207.
- Jakab P., Masa N., Baranyi A., Hódiné Szél M. (2019): Effect of different fertiliser doses on the yield and some quality parameters of winter wheat. *Review on Agriculture and Rural Development*. Vol. 8. (1-2). 186-191.
- Jakab P., Szűcsné Péter J., Süli Á., Benk Á. (2016): Study of foliar fertilization on the yield, chemical composition and nutrient value of corn. *LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE, SERIA I, VOL.XVIII (1)* 123-126.
- Jolánkai M. (1982): Őszi búzafajták tápanyag- és vízhasznosítása. PhD thesis, Martonvásár

- Kovacevic, V. (2005): Wheat yield variations among the years in the Eastern Croatia. In: *Proceedings of the XI. Croatian Symposium on Agriculture with International Participation*, 15-18 February 2005, Opatija, Croatia, pp. 453-454.
- Körschens, M. (2006): The importance of long-term experiments for soil science and environmental research – a review. *Plant Soil Environ.* 52, 1-8 (special issue).
- Mengistu, N., Baenziger, P.S., Nelson, L.A., Eskridge, K.M., Klein, R.N., Baltensperger, D.D., Elmore, R.W. (2010): Grain yield performance and stability of cultivar blends vs. component cultivars of hard winter wheat in Nebraska. *Crop Science*, 50, 617-623.
- Nagy J. (1989): A műtrágyázás és az öntözés hatása a kukorica hibridek termésére. *DATE Tudományos Közlemények XXVIII*: 437-452.
- Nagy J. (1996): Effects of tillage, fertilization, plant density and irrigation on maize (*Zea mays* L.) yields. *Acta Agronomica Hungarica* 196, 2-3, 189-202.
- Nagy J. (2005): 30 év a kukoricakutatás és fejlesztés szolgálatában. In: Nagy J. (szerk.). *Kukoricakonzorcium – Kukorica hibridek adaptációs képessége és terméshozása*. Debrecen, 8-53.
- Pepó P. (2000a): A minőségi búzatermesztés genetikai alapjai. VI. Növénytermesztési Tudományos Napok, 27.
- Pepó P. (2000b): Integrált védekezés őszi búzában. *Magyar Mezőgazdaság*, 55. 17. 14-16.
- Pepó P. (2001): A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 50. 2-3. 189-202.
- Pepó P. (2006a): Fejlesztési alternatívák a magyar kukoricatermesztésben. *Gyakorlati Agroforum Extra*. 13. 11-17.
- Pepó P. (2006b): Az őszi búza termesztésének helyzete, alternatív fejlesztési lehetőségek [In: Pepó Péter (szerk.) *Búzavertikum aktuális kérdései*.] Debrecen. 11-35.
- Pepó P. (2007): Role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications*, 35. 2. 917-920.
- Pepó P. (2009a): A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évjáratban csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 58. 3. 4. 53-66.
- Pepó P. (2009b): Az elővetemény és a tápanyagok hatása az őszi búza termésére. *Agroforum*, 20. 9. 14-16.
- Pepó P., Bocz E., Pepó P. (1989): A műtrágyázás és az öntözés interakciójának vizsgálata őszi búzában. *Növénytermelés*, 38. 4. 299-306.
- Pepó P., Murányi E. (2014): Plant density impact on grain yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids on chernozem soil of the Eastern Hungary. *Columella-Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 1. 2. 95-100.
- Pepó P., Vad A. (2017): Hibridspecifikus trágyázás jelentősége a kukorica termesztésben. *Agrárrium*. 2017. 11-12.
- Pepó P., Vad A., Berényi S. (2006): Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. *Cereal Research Communications*. (V. Alps-Adria Workshop, Opatija, Croatia) 34. 1. 1253-1256.
- Pepó P., Vad A., Berényi S. (2008): Effects of irrigation on yields of maize (*Zea mays* L.) in different crop rotation. *Cereal Research Communication*. 36. 3. 735-738.
- Russel, W. A. (1991): Genetic improvement of maize yields. *Adv. Agron.* 46. 245-298.
- Ruzsányi L. (1991): A növények elővetemény-hatásának értékelése vízháztartási szempontból. *Növénytermelés*, 40. 71-77.
- Ruzsányi L. (1992): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai doktori értekezés tézisei, Debrecen
- Sárvári M. (1984): Különböző kukorica hibridek tápanyag-reakciója réti talajon. *Növénytermelés*. 33. 6. 549-558.
- Sárvári M. (1995): A tőszám szerepe a fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiában. *Növénytermelés*. 44, 3: 261-270.
- Sárvári M., Szabó P. (1998): A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*, 47. 2. 213-221.

- Széll E., Búza Lné, Győri Z. (2010): Négy különböző talajtípuson végzett kukorica műtrágyázási kísérletek eredményei. *Növénytermelés*. 59. 4. 41-61.
- Vad A., Zsombik L., Szabó A., Pepó P. (2007): Critical crop management factors in sustainable maize (*Zea mays* L.) production. *Cereal Research Communications*. 35. 2. 1253-1256.
- Vári E., Pepó P. (2011): Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 60. 4. 115-130.
- Widicombe, D. W., Thelen, D. K. (2002): Row with and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal*. 94. 1020-1023.

TEHÉNTÉJ FOGYASZTÁSI SZOKÁSOK VIZSGÁLATA HAZAI VÁSÁRLÓK KÖRÉBEN

Ruzsa Dzsenifer Mária – Bodnár Károly

INVESTIGATION OF COW'S MILK CONSUMPTION HABITS AMONG DOMESTIC CONSUMERS

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Szarvas

Absztrakt: A tanulmányban a szerzők a fogyasztói véleményeket vizsgálták, különös tekintettel a termelői nyers tej kedveltségére, és a tej csomagolására. Az online kérdőíves megkérdezéssel begyűjtött adatokat (n=270) MS Excel szoftverrel dolgozták fel. A válaszadók többsége a csomagolás praktikusságát veszi figyelembe leginkább, így annak dizájnya, kialakítása fontos szempont. Legnépszerűbb a TetraPak dobozos tartós tej, de egyre többen érdeklődnek a termelői nyers tej iránt. A környezettudatos gondolkodást mutatja, hogy a válaszadók fele szívesen használna cserélhető üvegpalackot is.

Abstract: In this study, the consumers' opinions were studied, with particular reference to small producers' raw milk and milk packaging. The data (n=270) were collected by an online questionnaire and survey was verified by MS Excel software. The majority of the respondents consider the practicality of the packaging the most, so its design is an important aspect. The most popular is the TetraPak canned milk, but more and more people are interested in raw milk from producers. Environmentally conscious thinking is shown by the fact that half of the respondents would also like to use replaceable glass bottles.

Kulcsszavak: tehéntej, nyerstej minőség, csomagolás, vásárlói szokások, fogyasztói elvárások

Keywords: cow's milk, raw milk quality, packaging, customer habits, consumer expectations

1. Bevezetés

Az egészség megőrzése mellett ebben a kialakult rohanó világban az emberek törekednek a lehető legegyszerűbb megoldásokra, viszont ennek következtében olykor temérdek mennyiségű hulladékot halmoznak fel. Ez a magatartás igen környezetromboló, ezért érdemes e kettő ötvözetéből egy aranyközépút kialakítása, ehhez csupán környezetbarát hozzáállás és csomagolás szükséges.

A világ többi országához viszonyítva a tej exportját tekintve a 29-dik, míg importja alapján a lista 19-dik helyén helyezkedik el Románia. A szomszédos ország ezeket a számokat valószínűleg az országban található problémák miatt érte el, ugyanis a határon belül igen jelentősen lecsökkent a szarvasmarha állomány, egyik oldalról az állatfajban fellelhető betegségek gyérítették az egyedszámokat, másik oldalról pedig az importált olcsóbb tej se könnyítette meg a romániai gazdák helyzetét. Az Európai Unióban levő országokban a tej mind termelői, mind pedig fogyasztói oldalról is igen jelentős szerepet tölt be, hisz a lakosság nagy része rendszeres tejfogyasztó, így a mindennapok részévé vált (Chiurchiu – Soare, (2019).

2012-ben Montse és munkatársai által végzett kutatásból kiderült, hogy a spanyol fogyasztók napi tejfogyasztása fél- egy liter közötti értéket mutatott. A hazai tejfogyasztás is hasonlóképpen alakul, így a hazai fogyasztók naponta közel fél liter

tejet fogyasztanak. Szlovákiában már ritkábban inkább csak néhány alkalommal egy héten isznak tejet, a megkérdezettek között igen magas különbségek vannak a legkevesebb 2dl, míg a legnagyobb 7 liter volt, de általánosságban inkább heti 1-2 liter közötti mennyiséget fogyasztanak a szlovákok (Krivosikova et al., 2019).

A fogyasztói viselkedést vizsgálva Valentina és munkatársai 2020-as tanulmányukban bemutatták, hogyan befolyásolja a fogyasztói döntést egy aktuális trend, hiszen ezek könnyedén megváltoztatják az emberek szokásait. Ezt figyelembe véve a marketing kialakítása során érdemes kihasználni és erre építkezni, hiszen megfelelő stratégiával szélesebb célközönség érhető el, mely megfelelő körülmények között nagyobb bevételt jelenthet a termelőnek. Emellett mindenképp érdemes jelentős hangsúlyt fektetni a csomagolás kialakítására, hiszen a vásárlók leginkább ez alapján választják ki számukra a megfelelőt, itt ugyanis a méretet, a csomagolás kialakítását, valamint a tárolhatóságát veszik jól szemügyre a polcokon található termékeket, melyek között igen bátran válogatnak kedvük, igényeik szerint (Hollywood et al., 2013). Ezzel ellentétben az olaszok többsége elsősorban a hazai termelők támogatása alapján választja ki a megfelelőt, viszont itt érdemes megemlíteni azt is, hogy emiatt számukra befolyásoló tényezőként hat a termelőhely, ezért a csomagolást alaposan megvizsgálva választják ki azt a terméket, amit meg szeretnének vásárolni, így támogatva saját gazdaságukat (Merlino et al., 2020). Abban az összefüggésben, amelyben a személyes motivációk döntően orientálják a preferenciákat, döntő fontosságúnak bizonyul e szféra olyan marketingstratégiákkal való megszólítása, amelyek a fogyasztó nagyobb „bevonásáról” tanúskodnak. Hangsúlyos a kommunikációs módok fontossága, amelyek célja a fogyasztó és a termelő közötti kapcsolati távolság „lerövidítése”, közvetlenebb kapcsolat kialakítása (Contini et al., 2016).

2. Anyag és módszer

A hazai fogyasztók megismeréséhez primer adatgyűjtést folytattunk egy online kérdőíves felméréssel, ehhez a Google Drive kérdőívszerkesztő funkciója volt segítségünkre. Az online kérdőív nyitott, illetve zárt kérdéseket is tartalmazott, melyet URL-linkként terjesztettünk az ismerőseink körében, így 270 darab kitöltött, értékelhető kérdőív érkezett vissza.

A könnyebb kiértékelhetőség végett a fogyasztással kapcsolatos viselkedés mérésére 1-5-ig terjedő Likert-skálát alkalmaztunk. A válaszok megoszlásának vizsgálatát MS EXCEL segítségével végeztük.

3. Eredmények és értékelésük

Kiértékelést követően elmondható a 270 kérdőív eredményeiről, hogy a vizsgálati mintánk nem reprezentatív. Nemek szerinti megoszlásban a kérdőívet 68,9%-ban nők 31,1%-ban pedig férfiak töltötték ki.

A lakóhely szerinti megoszlást megyék alapján elmondható, hogy minden megyéből érkezett minimum egy válasz kiértékelésre, viszont kiemelkedő számban Békés megyéből kaptuk a legtöbb kitöltést.

Kiértékelést követően a kérdőívek alapján a válaszadók döntő többsége az egy háztartásban élők kérdés szerint 2 vagy 3 személy válasz lehetőségét jelölték a legtöbben.

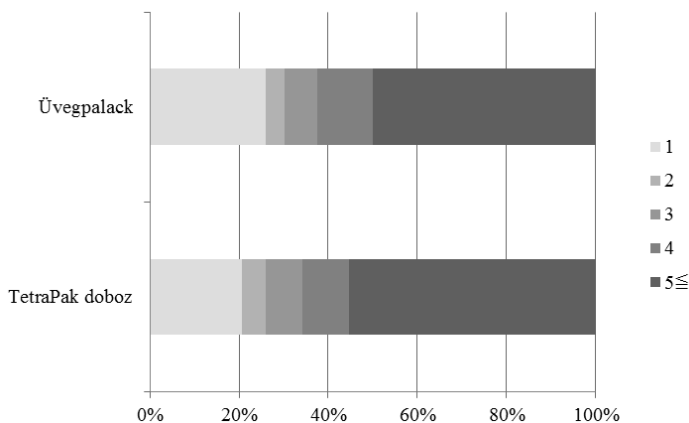
Emellett megállapítottuk, hogy leginkább hetente szánnak időt a tej megvásárlására, illetve elmondható még, hogy a többség ekkor 2 litert vásárol, amelyet legkésőbb a csomagoláson jelzett dátumig fogyasztanak el. A többgyermekes családok egyszerre 12 vagy 24 litert vásárolnak, nem bontják meg a bolti gyűjtőcsomagolást.

A kitöltők körében legkedveltebb a dobozos tartós tej fogyasztása, ez leginkább csomagolásának (TetraPak), valamint a rajta levő információknak köszönhető, hiszen a termékpálya szereplőinek ismerete hiányában nem épül ki a bizalom a termék felé. Tartós tej vásárlása révén a megkérdezettek 83,6%-a nyersen fogyasztja el a terméket.

Zsír tartalmának tekintetében a legtöbb válasz alapján a 2,8%-os vagy a 1,5%-os tejet választják szívesen, feltehetőleg könnyű elérhetőségük miatt, ugyanis a többség a tej beszerzését valamely áruházban végzi. A termelői nyers tejet kedvelők szívesen lecserélnék a jelenleg használt műanyag palackokat cserélhető üvegpalackra. Otthonukba a megvásárolt tejet 85,5% hűtés nélkül szállítja, viszont a már haza érkezett terméket 77,9%-ban hűtve tárolja az elfogyasztásig.

Bár a megkérdezettek többsége kedveli a tej dobozos kiszerelését, a válaszadók fele szeretné, ha a tejet visszaváltható vagy becserélhető üvegpalackokban forgalmazznák (1. ábra), ami jól jelzi a környezettudatos gondolkodásmód terjedését.

1. ábra: A csomagolóanyagok kedveltségének megoszlása



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

4. Következtetések

A feldolgozott 270 kérdőív alapján az alábbi következtetéseket vontuk le:

- Csomagolás tekintetében TetraPak dobozos kiszerelést választják, viszont egyre többen szeretnék inkább üvegpalackban megvásárolni a tejet.

- A hazai fogyasztók többsége nem látja veszélyforrásként a termelői nyers tehéntejet, emiatt szívesen beépítenék mindennapi életükbe.
- A termelői nyers tejet kedvelők igényt tartanak a választék kibővítésére, valamint a szélesebb körben való elérhetőségre.
- A vásárladók leginkább nyersen fogyasztják el a pasztörözött tartós tejet, melyet hetente vásárolnak meg, a termelői nyers tejet viszont általában forralják.

Az eredmények alapján hasznosnak tartjuk a kihelyezett tejtértékesítő automaták alkalmazását, és ezek szélesebb körben való terjesztését. Ugyanakkor véleményünk szerint e beruházást megelőzően érdemes az adott településen, és annak vonzáskörzetében felmérést végezni, majd ennek megfelelően kihelyezni, illetve üzemeltetni azt.

Javasoljuk a TetraPak csomagolás elterjedése és népszerűsége miatt a csomagolóanyag szervezett visszagyűjtését, és az újrahasznosítás teljesebb körű megvalósítását. Az üvegpalackok és annak cseréjének/beváltásának újbóli elterjesztésétől a megkérdezettek nem idegenkedtek, és ennek alkalmazásával kevesebb hulladék termelésére és felhalmozására adnánk lehetőséget.

Köszönetnyilvánítás

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-20-1 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”

Irodalomjegyzék

- Chiurchiu, I. A. – Soare, E. (2019): Cow milk route from Romanian dairy farms to market. In proc.: X. Int. Sci. Agric. Symp. „Agrosym 2019”, Jahorina, Bosnia and Hercegovina, 3-6. Oct., 1815-1820.
- Contini, C., Boncinelli, F., Casini, L., Pagnotta, G., Romano, C., Scozzafava, G. (2016): Why do we buy traditional foods? *Journal of Food Products Marketing*, 22 (6): 643657. DOI: 10.1080/10454446.2016.1141137
- Hollywood, L. - Wells, L. – Armstrong, G. – Farley, H. (2013) Thinking outside the carton: attitudes towards milk packaging. *British Food Journal*, 115 (6): 899912. DOI:10.1108/BFJ-JUL-2010-0127
- Krivosikova, A. – Nagyova, L. – Kubelakova, A. – Mokry, S. (2019): Consumer preferences on milk market: evidence from Slovak Republik. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Science*, 13 (1): 961970. DOI: 10.5219/1221
- Meneses, M. - Pasqualino, J. - Castells, F. (2012): Environmental assessment of the milk life cycle: The effect of packaging selection and the variability of milk production data. *Journal of Environmental Management*, 107, 7683. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.04.019
- Merlino, V. M. – Brun, F. – Versino, A. – Blanc, S. (2020): Milk packaging innovation: Consumer perception and willingness to pay. *Agriculture and Food*, 5 (2): 307326. DOI: 10.3934/agrfood.2020.2.307

KÖLTSÉG-JÖVEDELEM VISZONYOK A SZŐLŐTERMELŐ GAZDASÁGOKBAN

Szamosköziné Kispál Gabriella

COST-INCOME RELATIONSHIPS IN WINE-PRODUCING FARMS

Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet,
Hódmezővásárhely

Absztrakt: A bor szorosan hozzátartozik a magyar hagyományos gasztronómiához és a szőlőtermelés a gazdaság kiemelt ágazata. Magyarország kitűnő adottságokkal rendelkezik a szőlőtermelés területén. Olyan komparatív előnyökkel bír, melyeket érdemes kihasználni. A kutatás célja, hogy bemutassam, mi az oka annak, hogy a szőlő termőterületeinek a kiterjedése fokozatosan csökken. Arra keressük a választ, hogy a szőlő átlagos felvásárlási ára, mint elsődleges jövedelmi tényező, hogyan változik a különböző méretű szőlőtermelő gazdaságok esetében és teszi nyereséggé, vagy veszteséggé azok termelését.

Abstract: Wine is closely related to Hungarian traditional gastronomy and grape production, and is a key sector of the economy. Hungary has excellent conditions in the field of viticulture. It has comparative advantages that are worth taking advantage of. The aim of the research is to show the reason for the gradual decrease of the winegrowing areas. We are looking for the answer to how the average purchase price of grapes, as a primary income factor, changes for grape farms of different sizes and makes their production profitable or unprofitable.

Kulcsszavak: költség, szőlőár, jövedelem, gazdasági méret

Keywords: cost, grape price, income, economic size

1. Bevezetés

A mezőgazdasági termelő, mint akár az iparban vagy szolgáltatásban dolgozó, azért végzi a tevékenységét, hogy tisztességgel megéljen belőle. A különbség az, hogy a mezőgazdasági termelőnek sokkal több bizonytalansági tényezővel és olyan sajátos jellemzőkkel kell megküzdenie, melyek csak a mezőgazdaságban tapasztalhatók. A mezőgazdasági tevékenység gyakran a gazdasági törvényszerűségeket is átírja, vagy módosítja (Horváth, 2019). Igaz ez a szőlőtermelésre is, ahol már évtizedek óta probléma a szőlőtermelő és a feldolgozó közötti érdekellentét, mely a szőlőtermelőt kiszolgáltatottá teszi és a szőlő felvásárlási árát hosszú távon alacsony szinten tartja.

Az üzemi méretet befolyásoló tényezők (Takácsné György 2020), és az aszimmetrikus ártranszmisszió (Wolffram 1971, Houck 1977; Serra, Goodwin 2003; Meyer, Von Cramon, Taubadel 2004; Lass 2005; Stewart, Blayney 2011; Bor et. al. 2014; Horváth 2020) elméleteket leíró szakirodalmak széles skálán mozognak, de mindegyik magyarázatot adhat valamilyen szinten a szőlő felvásárlási árának alacsony szintjére. Kharin (2015) leírta azt a jelenséget, miszerint az orosz tejiparban a kistermelői árak változása okozza a termelői árak változását, és nem fordítva. Ez sajnos a magyar borágazatra is igaz.

A választ, ami megoldás lehet az alacsony szőlő árának problematikájára, már az ágazatban dolgozók is régen tudják.

„A fenntartható szőlőtermesztés alapja – és neuralgikus pontja – a szőlő ára, ami a megfelelő megélhetést kell, hogy biztosítson a termeszőnek.” (Brazsil 2017 in Viniczai, 2017, 8. o.). A Hegyközségek Nemzeti Tanácsa (HNT) főtitkára már 2017-ben elmondta elméleti szinten a célt, azonban ezt azóta sem tudták megvalósítani a gyakorlatban.

"Mivel a terméklánc minden résztvevője a folyamatos drágulástól szenved, és a növekvő költségeket nem tudja megfelelő mértékben érvényesíteni az árakban, sürgősen megoldást kell találni." (Laczkó, 2021, 2. o.). Ennek a megoldása lehet az optimális üzemméret kialakítása és a tényleges, bizalmon alapuló kölcsönös együttműködés a gazdasági szereplők között.

Azzal Schmidt (in Viniczai, 2021, 3.o.) is egyetért, hogy akkor valósulhat meg a kitűzött cél, ha kialakul a biztos kapcsolat a szőlőtermesztő és a borász között. Ugyanakkor ő arra is kitér, hogy "amikor kevés a szőlő, nem lehet feljebb menni az árral, mert a világpiacon senkit nem érdekel, hogy Magyarországon rossz volt a termés." Ezzel nem tudunk egyet érteni. Ez ugyanis hosszútávon a fenntartható szőlőtermelést teszi tönkre, melynek eredménye a rossz minőségű és kevés boralap lesz, hiszen veszteségessé teszik vele a termelési folyamatot. Ráadásul a költségcsökkentés érdekében alkalmazott gépi szedés nem feltétlenül nyújt megfelelő minőségi boralapot.

A HNT 2017 óta alkalmazza azt a módszert, hogy igyekszik reálisan megbecsülni a várható szőlőárakat. Kezdetben csak országos szinten készítették el a jelentésüket, azonban ma már borvidéki szinten hozzá lehet jutni az információkhoz. A számítási metódus figyelembe veszi a szőlő- és borfogyasztásra leginkább ható tényezőket, mint pl. a meglévő készletet, vagy az inputok árváltozását. Ugyanakkor ezek az előrejelzések nem tekinthetők védőáraknak, továbbá az alkalmazott módszer finomítása szükséges a becslés jóságának növeléséhez. A szőlőtermelők és feldolgozók a törvényi előírások miatt kötelesek leszerződni, azonban a termelők kiszolgáltatottsága ezzel a szabállyal még nem szűnt meg. A szerződések a gyakorlatban sok esetben utólag kerülnek kitöltésre és korábbi dátumozással készítik el őket. A felvásárlási ár már évek óta igen alacsony és sokszor a beművelési költségekre sem elegendő. Emiatt egyre inkább felértékelődnek a gazdaságok költségcsökkentő és profitnövelő stratégiái, melyek egyike a méret-optimalizálás.

2. Anyag és módszer

2.1. Irodalmi áttekintés

Egy 19. századi elmélet ("racionális mezőgazdálkodás": Thaer és tanítványai, in: Takácsné György, 2020; Thünen in Dusek 2013) a gazdálkodók minél nagyobb tiszta nyereségét hangsúlyozza a költségek fedezése után. Jelen tanulmányban is ebből indulunk ki és az alapvető költséget, mint önköltséget hasonlítjuk össze a nyereséget adható jövedelemmel, azaz a felvásárlási árral.

A magyar szőlőtermelők gazdasági helyzete az elmondásuk szerint igen rossz. A 2009. évhez képest 2017-2018-ra némi javulás látható ugyan a sok új intézkedéssel

összefüggésben, azonban a szőlő felvásárlási ára még napjainkban sem éri el az önköltséget (Szamosköziné Kispál, 2019).

"Ennyi pénzért meg sem érdemlik ezt a szőlőt." (Stinner, 2021.10.03.Tiszakürt, személyes közlés). Az elhangzottakkal az adott pincénél jelenlévő termelők mindegyike egyetértett.

Egy vizsgálat szerint a szőlőtermelő gazdaságok jövedelmezőségi mutatói hektikusan mozogtak a 2005-2014 közötti időszakban (Ábel, Hegedűsné Baranyai, 2017). Megállapították, hogy a jövedelmezőség üzemméret szerint változott. 2007-ben a legnagyobb gazdaságok produkálták a legnagyobb jövedelmet, ugyanakkor a közepes gazdaságok számára ez volt a vizsgált időszakban a legrosszabb év. Másrészt a kis gazdaságok 2013-ban teljesítettek a legjobban.

„Annak ellenére, hogy a felvásárlási árak közel duplájára emelkedtek, a költségnövekedés miatt a gazdák zöme veszteséget termelt.” (Ábel, Hegedűsné Baranyai 2017, 30. o.) Ennek az lehet az oka, hogy már korábban sem voltak megfelelő arányok a termelői ár és a ráfordítási index között a szőlőtermelésben.

2.2. Anyag és módszer

A módszertannál alapvetően nyers adatokat használtam fel, amit az Agrárgazdasági Kutató Intézet (ma Agrárközgazdasági Intézet) munkatársai (Keszthelyi Szilárd, Porkoláb Eszter) bocsátott a rendelkezésemre. Tudomásom szerint ilyen vizsgálatot ezen az adatbázison még nem végeztek, ezért számít primer kutatásnak az elemzésünk. Az adatbázis üzemi szinten és ágazati szinten is tartalmazza a 2001-2016 közötti évekre a szőlőtermelő gazdaságok üzemméretét, a költségeket, valamint a felvásárlási árakat. Korábbi adatok azért nem állnak rendelkezésre, mert a tesztüzemi működés 2001-ben kezdődött.

A Csongrádi borvidékről és a Duna Borrégióról egyaránt kevés üzemi adat áll rendelkezésre, így a kutatást az ágazati adatokra szűkítettük. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy egy, a tesztüzemi adatok széleskörű elemzésével kapcsolatos korábbi kutatás (Ábel, Hegedűsné Baranyai, 2017) arra a következtetésre jutott, miszerint a legkiszolgáltatottabb helyzetben a szőlőtermelők vannak, és bár néhány esetben úgy tűnt, hogy igen nagyarányú volt a szőlő árának emelkedése, de a termelők zöme ekkor is veszteséget realizált. Felhívták a figyelmet arra is, hogy a társas vállalkozások és az egyéni gazdaságok mutatói jelentősen eltérnek, és ezáltal a költség-jövedelem viszonyok is más-más képet mutatnak (Ábel, Hegedűsné Baranyai, 2017).

A hipotéziseinket az alábbiak szerint fogalmaztuk meg:

- 1. Bizonytalan a szőlő jövedelmezősége
- 2. Lehet jövedelmező a magyar szőlőtermelés

Utóbbi esetben azokra a szőlőtermelő gazdaságokra értjük a feltételezést, melyek csak szőlőtermeléssel foglalkoznak, így nem képződik plusz hozzáadott értékük a szőlő bor formájában történő feldolgozásával.

Az adatbázist először letisztítottuk: kiszűrtük a hiányzó adatokat, amivel a torzítást kívántuk elkerülni. Az önköltségek közül figyelmen kívül hagytuk a 200Ft/kg feletti szőlő és a 800Ft/l feletti bor előállítási értékeket. A felvásárlási

áraknál pedig nem számoltunk a szőlő 400Ft/kg feletti és a palackozott bor 10.000Ft/l feletti értékeivel sem. Ezek már nem reálisak a gyakorlatban.

A leíró statisztika után variancia-homogenitás vizsgálatot készítettünk a költségekre és a felvásárlási árra vonatkozóan mind a szőlő, mind a bor tekintetében, hogy lássuk, elvégezhető-e a vizsgálat. A mintát normális eloszlásúnak tekintettük, így normalitásvizsgálatot nem végeztünk (Székely, Barna, 2002).

3. Eredmények és értékelésük

3.1. Varianciaanalízis

Összességében a szőlő önköltségénél 1913, a bor önköltségénél 807 adat állt rendelkezésünkre, melyek alapján végeztük el a varianciaanalízist (1. táblázat). A szőlő értékesítési átlagáránál 3343, a palackozott bor értékesítési átlagáránál 194 adat állt rendelkezésünkre, melyekre az elemzést lefuttattuk (2. táblázat).

1. táblázat: A szőlő és bor önköltségére vonatkozó varianciaelemzés

ANOVA						
		Négyzetösszegek	Szabadságfok	Szórásnégyzetek	F-statisztika	Szignifikancia
A szőlő önköltsége (Ft/kg)	Csoportok közötti	292949,866	15	19529,991	14,353	,000
	Csoporton belüli	2581249,295	1897	1360,701		
	Teljes négyzetösszeg	2874199,162	1912			
A bor önköltsége (Ft/l)	Csoportok közötti	2127570,670	15	141838,045	7,612	,000
	Csoporton belüli	14738304,226	791	18632,496		
	Teljes négyzetösszeg	16865874,896	806			

Forrás: Saját szerkesztés az Agrárközgazdasági Intézet adatai alapján

Az 1. táblázat azt az eredményt mutatja, hogy szignifikáns különbség tapasztalható mind a szőlő, mind pedig a bor önköltségének adatai között. Ez azt jelenti, hogy számottevően ingadozik a szőlő önköltsége a vizsgált időintervallumban, s emiatt nehéz vele tervezni is. Ebben az időjárás okozta bizonytalanság is szerepet játszik. A bor önköltségének változása pedig jelentős részben eredeztethető a szőlő önköltségéből is.

2. táblázat: A szőlő és bor felvásárlási áraira vonatkozó varianciaelemzés

ANOVA						
		Négyzetösszegek	Szabadságfok	Szórásnégyzetek	F-statisztika	Szignifikancia
A szőlő értékesítési átlagára (Ft/kg)	Csoportok közötti	609796,719	15	40653,115	17,930	,000
	Csoporton belüli	7543420,441	3327	2267,334		
	Teljes négyzetösszeg	8153217,161	3342			
A palackozott bor értékesítési átlagára (Ft/l)	Csoportok közötti	5720302,378	15	381353,492	,660	,821
	Csoporton belüli	102791585,533	178	577480,818		
	Teljes négyzetösszeg	108511887,911	193			

Forrás: Saját szerkesztés az Agrárközgazdasági Intézet adatok alapján

A szőlő és a bor felvásárlására vonatkozó varianciaelemzés (2. táblázat) alapján a szőlő felvásárlási árában szignifikáns eltérés mutatható ki, ugyanakkor a bor értékesítési átlagárában nincsen szignifikáns változás. Tehát a szőlő jövedelmezősége valóban bizonytalan, míg a bor ára kiszámíthatóbb. Utóbbi a leíró statisztika alapján folyamatos növekedést mutat. Ezek az eredmények igazolják az első hipotézist.

3.1. Az üzemméretek költség-jövedelmeinek összehasonlítása

Ezt követően a szőlő és a bor üzemméretek szerinti átlagos felvásárlási árának és önköltségének átlagát és mediánját számoltam ki, amiből egyértelműen kitűnik az ágazat gyenge profitja, illetve vesztesége. Azért ezt a két mutatót választottam, mert az átlag a valódi adatot is tudja helyettesíteni, a medián pedig felfedheti azt, amit az átlag nem mutat reálisan, ezért is nevezik a "statisztikusok átlagának". Az összes adatra vonatkozó sémát a 3. táblázat tartalmazza, mely az SPSS-ből átemelve Excelbe még tisztításra került, hogy megfelelően lehessen elemezni.

3. táblázat: Az alapséma

Megnevezés		Év							...
		Átlag	Min.	25%	Medián	75%	Max.	Variancia	Elemsszám
Méret kategória	Szőlő költség	adatok							
	Bor költség								
	Szőlő ár								
	Bor ár								

...

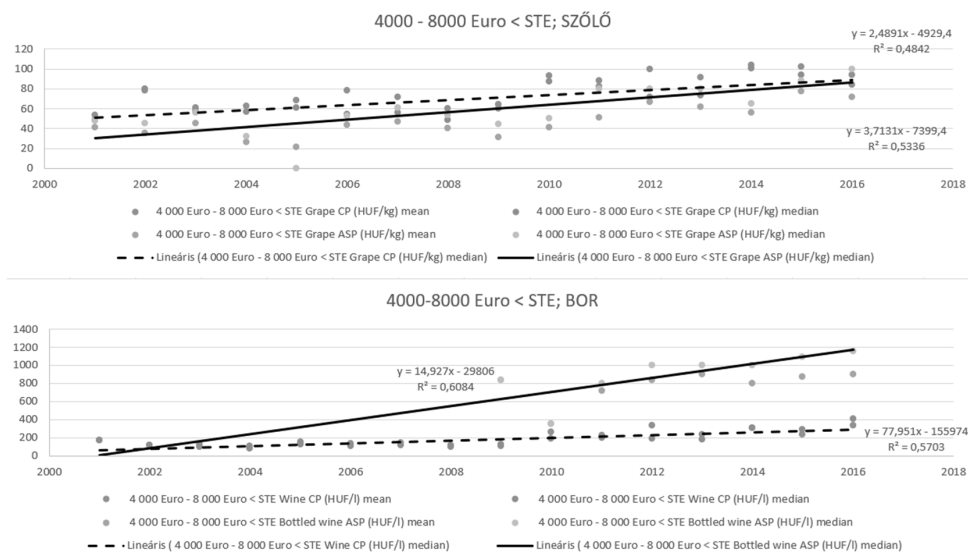
Forrás: Saját szerkesztés

A 6866 cellából kihagytam azon üzemméreteket, melyeknél nem voltak folyamatos adatsorok, vagy nem volt meg legalább a 4 elemszám. Így kimaradt a legkisebb üzemméret, melynél a 2000-4000 Euro Standard Termelési Értékre (STE) vonatkozóan nem volt elegendő adat és nem került be a táblázatba a legnagyobb üzemméret sem, mert annál már nem volt értelme az elemzésnek (250.000 - 500.000 Euro < STE). A táblázatból az összes méretkategóriára elkészítettük a diagramot úgy, hogy trendvonalat illesztettünk a mediánokra. A hely szűke miatt mindössze három méretet mutatunk be, melyek jól reprezentálják a három elkülöníthető méretkategóriát.

Míg az 1. ábra felső része azt mutatja, hogy a szőlő értékesítési ára (folyamatos vonal) csak alulról éppen közelíti a költséget (szaggatott vonal), addig a bor esetében (1. ábra, alul) az értékesítési ár meredeken nő, eltekintve a 2002 előtti időszakról. Ez megerősíti azt a hipotézist, hogy a szőlő jövedelmezősége bizonytalan, hiszen ebben a kategóriában a szőlő esetében nem lehet profitról beszélni, csak veszteségről. Ráadásul azt is jelzi, hogy a bor ára teljes egészében nem feltétlenül a szőlőből eredeztethető.

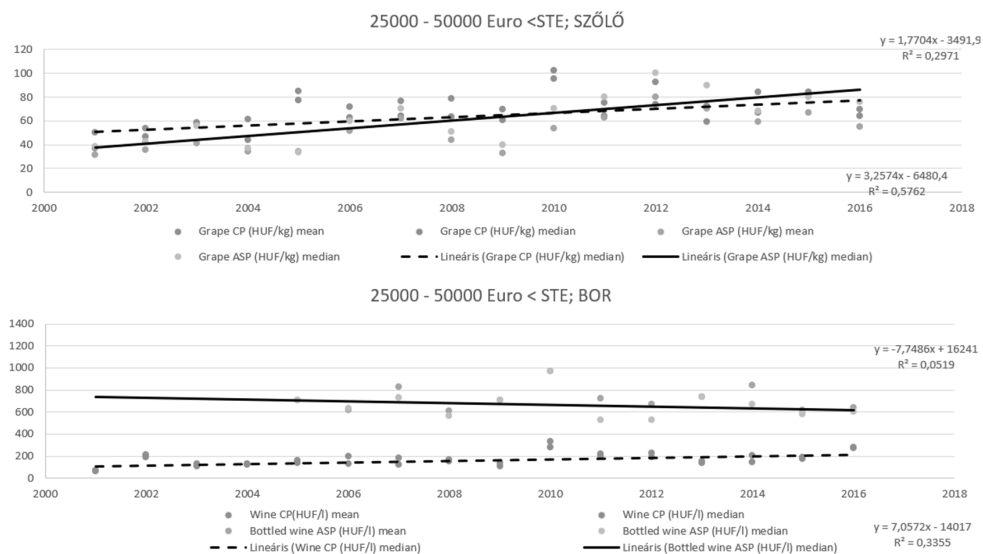
A 2. ábra az ötödik üzemméretnek megfelelő közepes méret eredményeit mutatja. Eszerint a 2009. évi gazdasági válság után a szőlő felvásárlási ára magasabb lett, mint a költsége. Ez alapvetően kedvezőnek tűnik a termelő szempontjából, és igazolja, hogy a magyar szőlőtermesztés is lehet nyereséges. Ehhez azonban ezt a méretkategóriát el kell érni.

1. ábra: A második üzemméret (aránylag kicsi) átlag és medián adatai és trendjei



Forrás: Saját szerkesztés

2. ábra: Az ötödik üzemméret (közepes) átlag és medián adatai és trendjei



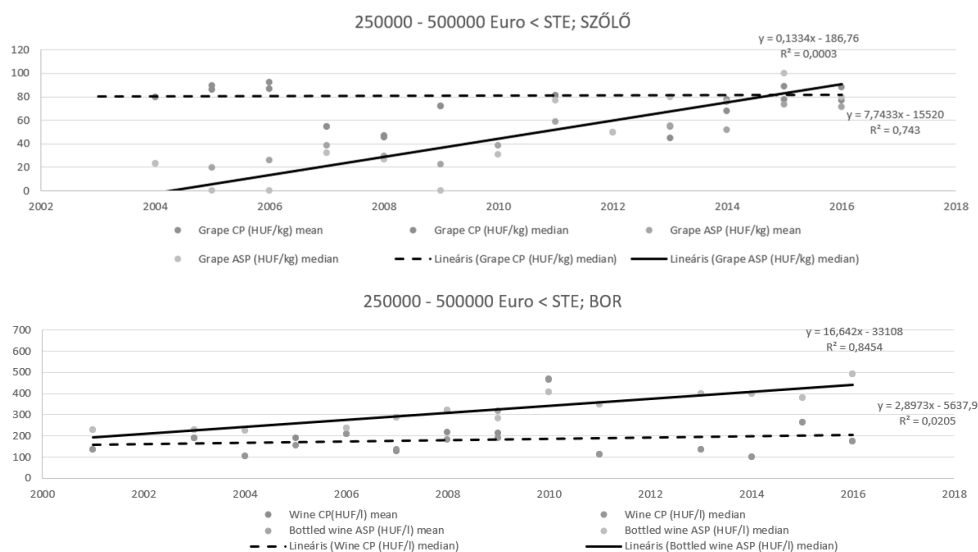
Forrás: Saját szerkesztés

A legnagyobb üzemméret kategóriában (3. ábra) a szőlő önköltsége lényegében állandó. Ez a külső szemlélőnek érdekes lehet, ugyanakkor termelőként tapasztaltam,

hogy sajnos a közgazdasági kereslet-kínálat törvényei nem, vagy csak módosulva működnek a szőlőtermelésben.

Megjegyzendő, hogy előfordult az adatok között nulla is, ami nem adathiányból, hanem a beírt értékből származik. Mindent összevéve és a nulla értékeket figyelmen kívül hagyva is kitűnik, hogy mindössze egy évben, 2016-ban sikerült a felvásárlási árnak átlépnie az önköltséget. A szőlőhöz hasonlóan a bornál is gyakorlatilag állandó önköltségről beszélhetünk, de itt az átlagár mindig meghaladja a költséget és egyértelmű növekvő trendet mutat.

3. ábra: A nyolcadik üzemméret (nagy) átlag és medián adatai és trendjei



Forrás: Saját szerkesztés

Az üzemméretek költség-jövedelem viszonyait vizsgálva megállapítható, hogy a kis üzemek "aránylag magas" a szőlő felvásárlási áron értékesítik a szőlőt a közepes és nagy üzemekhez képest. A közepes üzemek kapnak a legkevesebbet a szőlőért és a nagy üzemekben ingadozik a legnagyobb értékben szőlő felvásárlási ára.

2004-ben a kisüzemi méretkategóriában a szőlő felvásárlási átlagára a felére esett vissza, melynek okai között szerepel az uniós csatlakozás és a jelentős mennyiségű importált bor.

A teljes elemzés eredményeként érzékelhető az ökonómia pozitív hatása. Hiszen a közepes üzemek realizálhatják a legtöbb profitot a legtöbb évben annak ellenére, hogy arányaiban ők kapják a szőlőért a legkisebb felvásárlási árat. Ez abból adódhat, hogy a méretgazdaságossági feltételeket jobban ki tudják használni és a költségeket is tudják racionalizálni a már meglévő eszközök kapacitás-kihasználása révén. Sokkal rugalmasabbak tudnak lenni, mint a nagyüzemek és könnyebben tudnak alkalmazkodni az új kihívásokhoz.

4. táblázat: A diagramok eredményei a mediánok trendje alapján (STE = Standard Termelési Érték)

1. 2000-4000 Euro < STE	önköltség > ár végig
2. 4000-8000 Euro < STE	önköltség > ár végig
3. 8000-15000 Euro < STE	önköltség > ár; 2009 után megfordul
4. 15000-25000 Euro < STE	önköltség > ár; 2013 után megfordul, de csak min.
5. 25000-50000 Euro < STE	önköltség > ár; 2010 után megfordul
6. 50000-100000 Euro < STE	önköltség > ár végig
7. 100000-250000 Euro < STE	önköltség > ár végig
8. 250000-500000 Euro < STE	önköltség > ár; 2015-től megfordul

Forrás: Saját szerkesztés

A nagyüzemeknél a szőlőt másfélszeres áron is képesek elszámolni ahhoz képest, amit a kisüzemeknek adnak. Ez annyit jelent, hogy a szőlő árában még van tartalék, amit a kisebb és közepes méretű üzemek gazdáinak is képesek lennének megfizetni. Ez azt is igazolja, hogy az ágazaton belül sokan felelősek azért, hogy az ágazat ennyire rossz helyzetben van és több ezer szőlőtermelő küzd a megélhetésért.

Az eredmény magyarázhatja az is, hogy a közepes- és nagyüzemek felvásárolják a szőlőt a kis üzemektől. A közepes üzemek egy része eladja a szőlőt, másik része feldolgozza, míg a nagy üzemek szinte az összes szőlőt feldolgozzák. A legnagyobb üzemméretek esetén az sem zárható ki, hogy a kereskedő árához igazítják a feldolgozók a bor árát és utána a bor árához a szőlő árát, tehát a folyamat fordítva érvényesül, mint ahogy annak kellene.

4. Következtetések

A kutatásunk során bemutattuk a szőlőtermelés költség-jövedelem viszonyait a szőlő átlagos felvásárlási ára és az átlagos önköltsége alapján. A témához kigyűjtöttük a legfontosabb irodalmi hivatkozásokat, melyek szorosan kapcsolódnak a témához és megalapozták a kutatásunkat és annak módszereit.

A megfogalmazott hipotéziseinket megerősítették az eredmények, miszerint bizonytalan a magyar szőlőtermelés jövedelmezősége. Ez utóbbit irodalmi források, a mérőhatékonysággal összefüggő vizsgálataink, valamint a varianciaanalízis is megerősítette. Ennek hátterében a termelési tényezőkben lévő kockázat, továbbá a szőlőtermelők és feldolgozók közötti érdekellentét is jelentős szerepet játszik. Ugyanakkor az ökonómiai elemzés kimutatta, hogy a csak szőlőtermeléssel foglalkozó gazdák munkája is lehet jövedelmező, ha közepes vagy nagy üzemméretben gondolkodnak, és ezáltal hatékonyabbak tudunk lenni.

Köszönetnyilvánítás:

Köszönöm szépen a segítséget Prof. Dr. Takács István témavezetőmnek és Dr. Csernák Józsefnek, akik az anyag kidolgozásánál segítettek.

Köszönöm szépen az adatbázist az Agrárgazdasági Kutató intézet munkatársainak Porkoláb Eszternek és Dr. Keszthelyi Szilárdnak!

Végül köszönet illeti Dr. habil. Makra Lászlót, hogy a munkámat folyamatosan segíti, ellenőrzi és megkönnyíti. Köszönöm a sok gyakorlati tanácsot!

Köszönöm szépen a szakmai segítséget Stinner Ferencnek a Tiszamenti Szőlőtermelők Szövetkezete vezetőjének!

Irodalomjegyzék

- Ábel I. - Hegedűsné B.N.(2017):Szőlőtermelő gazdaságok jövedelmezőségének vizsgálata. In: *Borászati füzetek*. 2017 (3). 29-33 p.
- Dusek T. (2013): Thünen Elszigetelt állama: az eredeti munka. Tér és Társadalom, 27(3), 28–56.p.
- Horváth J. (2019): *Agrárgazdaságtan és vállalatgazdaságtan*. Hódmezővásárhely. 3-55.p.
- Horváth J. (2020): *Mezőgazdasági piacok gazdaságtana*. Hódmezővásárhely. 37-48.p
- Houck, J.P. (1977): An Approach to Specifying and Estimating Nonreversible Functions. In: *American Journal of Agricultural Economics* 59 (3) .570-572.p.
- Laczkó G. (2021): Felszabadító érzés. In: *Borászati füzetek*. 2021 (3). 2.p
- Lass, D.A. (2005): Asymmetric response of retail milk prices in the northeast revisited. In: *Agribusiness* 21 (4) p.493-508.
- Serra, T.-Goodwin, B.K. (2003): Price transmission and the asymmetric adjustment in the Spanish dairy sector. In: *Economics* 35 (18).1889-1999. p.
- Stewart, H.- Blayney, D.P. (2011): Retail Dairy Prices Fluctuate with the Farm Value of Milk. In: *Agricultural and Resource Economics Review* 40 (1) .201-217. p.
- Szamosköziné Kispál G. (2019): *A magyarországi bor termékpálya jövedelmezőségének vizsgálata*. SZIE-GSZDI.Doktori értekezés. Gödöllő. 203.p.
- Székely M.-Barna I. (2002).: *Túlélőkészlet az SPSS-hez*. Budapest: Typotex Elektronikus Kiadó Kft.. 166-226.p.
- Takácsné György K. (2020): A fenntartható gazdálkodás és a méretgazdaságosság kölcsönhatásai. In: *Gazdálkodás*. 64 (5). 365-385.p.
- Viniczai S. (2017): Két évtized a szőlő-bor ágazatban. In: *Borászati füzetek*. 2017 (1).8.p.
- Viniczai S. (2021): Bor, piac, bizalom. In: *Borászati füzetek*. 2021 (3) 3-4.p.
- Von Cramon-Taubadel, S. (1998): Estimating asymmetric price transmission with the error correction representation: An application to the German pork market. In: *European Review of Agricultural Economics* 25 (1).1-18. p.
- Wolffram, R. (1791): Positivistic Measures of Aggregate Supply Elasticities: Some New Approaches: Some Critical Notes. In: *American Journal of Agricultural Economics* 53 (2) 356-356.p.

MI FOLYIK ITT? – MELLÉKTERMÉK VEGYÜLETEK AZ IVÓVÍZBEN

Szepesi-Bencsik Dóra

WHAT'S GOING ON? – DISINFECTION BY-PRODUCTS IN DRINKING WATER

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Élelmiszermérnöki Intézet, Szeged

Absztrakt: A víz a földi lét alapja, valamint az emberiség fejlődésének mozgatórugója. Ezzel együtt azonban egyre nő az emberiség vízigénye, viszont az ipari és társadalmi fejlődés komoly károkat okozott a Föld vízkészletében. Talán pont a nagymértékű fejlődésnek, iparosodásnak köszönhetően egyre nehezebb megfelelő minőségű és mennyiségű ivóvízhez jutni. Az ivóvízzel kapcsolatos problémák nagyon eltérőek a fejlett és a fejlődő országokban. Míg utóbbiak esetén sajnos napjainkban is rengeteg embert érint a vízhiány, valamint a vízzel terjedő betegségek, addig előbbiek esetén egész más, a modern életvitelből adódó veszélyek fenyegetik a lakosságot. Jelen kéziratban az ivóvíztisztítási melléktermék vegyületek, valamint az általuk okozott problémák kerülnek górcső alá.

Abstract: Water is the foundation of earthly existence and the driving force behind human development. At the same time, however, humanity's need for water is growing, and industrial and social development has caused serious damage to the Earth's water supply. Perhaps due to large-scale development and industrialization, it is becoming increasingly difficult to obtain drinking water of the right quality and quantity. Drinking water problems are very different in developed and developing countries. While in the case of the latter, unfortunately, many people are still affected by water shortages and water-borne diseases, in the case of the former, the population is threatened by completely different dangers arising from modern lifestyles. This manuscript focuses on the by-products of drinking water treatment and the problems they cause.

Kulcsszavak: ivóvíz, szennyezés, DBP, egészség, jövő

Keywords: drinking water, pollution, DBP, health, future

1. Bevezetés

A víz a földi lét alapja, valamint az emberiség fejlődésének mozgatórugója. Ezzel együtt azonban egyre nő az emberiség vízigénye, viszont az ipari és társadalmi fejlődés komoly károkat okozott a Föld vízkészletében. Talán pont a nagymértékű fejlődésnek, iparosodásnak köszönhetően egyre nehezebb megfelelő minőségű és sok esetben megfelelő mennyiségű ivóvízhez jutni.

A Földön lévő víz mennyiségét 1,4 milliárd köbkilométerre becsülik, melynek csupán 0,003%-a használható fel ivóvízként, higiéniai, mezőgazdasági és ipari célokra. Ha a népesség a mostani ütemben növekszik, nem biztos, hogy 2030-ra elegendő víz lesz az emberiség fenntartásához. A FAO (Egyesült Nemzetek Élelmészügyi és Mezőgazdasági Szervezete) felmérése szerint a legtöbb vizet igénylő iparág a mezőgazdaság. Minden kilogramm gabona előállításához 1000-3000 liter víz szükséges. A kimutatások szerint, körülbelül 2-5000 liter víz szükséges egy ember egy napi élelmiszerének előállításához (FAO 2017).

A világ különböző területein élő emberek eltérő, ivóvízzel kapcsolatos problémákkal néznek szembe. A fejlődő országok lakói küzdenek az éhínséggel, hiszen víz hiányában nem tudnak elegendő élelmiszert sem előállítani. A vízhiány mellett hatalmas probléma a rendelkezésre álló vízforrások szennyezettsége is. Számos betegség (malária, tífusz, szalmonellózis, hepatitisz, *Escherichia coli* fertőzés) szedi áldozatát ezen országokban, a megfelelő higiéniai körülmények hiányában. Évente 900 millió, a 0-5 éves korosztályba tartozó gyermek hasmenéses megbetegedését tulajdonítják a szennyezett víznek, és 1,5 – 1,8 millió gyermek halálát okozza (Ashbolt 2004). A WHO adatai szerint az össznépeséget tekintve 2,2 millió ember hal meg napjainkban az erős hasmenéssel járó betegségekben, mint például kanyaróban, maláriában, kolerában és vérhasban. A biológiai veszélyforrások mellett ezekben az országokban az ipari szennyezés is számottevő, a laza vagy éppen be nem tartott környezetvédelmi előírások miatt.

A fejlett országokban a vízforrások rendelkezésre állnak ugyan, de napjaink modern életvitelének köszönhetően el is szennyeződnek. Ezeken a területeken az ipar és a mezőgazdaság a két legjelentősebb szennyező forrás. Fontos megemlíteni, hogy a háztartásokból is számos szennyezőanyag kerül a környezetünkbe. Napjainkban talán a mikroműanyagok, a gyógyszermaradványok, illetve az ivóvíz fertőtlenítése során keletkező melléktermék vegyületek azok, melyek a vizsgálatok fókuszában vannak.

2. Vízisztítási melléktermék vegyületek kialakulása, eredete

Napjainkban egyre nagyobb figyelmet kapnak a toxikológiában az ivóvíz fertőtlenítése közben képződő vegyületek. A jó minőségű, káros szennyezőanyagoktól mentes ivóvíz biztosítása világszerte stratégiai feladattá vált. A jelenleg alkalmazott vízisztítási, fertőtlenítési eljárások (klór, klór-dioxid, UV, illetve ózon kezelés) elsősorban a vízben levő kórokozók elpusztítását szolgálják, ezen túlmenően a különböző szűrési módszerekkel igyekeznek a kémiai szennyeződések mérsékelni.

Az oxidáló fertőtlenítőszerrel élettelen anyagokkal is reagálhatnak az ivóvízben és nyilvánvaló előnyök mellett, a fenti kémiai beavatkozások nyomán számos szerves vegyület keletkezik (vízisztítási-reakciómelléktermékek), melyeknek káros, elsősorban mutagén (Sujbert et al. 1993) és karcinogén hatása lehet (Bull et al. 1995).

A vízisztítás során keletkező melléktermék vegyületek (DBP- *disinfection by-product*) jelenlétére és vizsgálatának fontosságára először a holland vegyész, Johannes Rook (1974) munkássága irányította a figyelmet. Az elmúlt néhány évtizedben több, mint 600 anyagról derült ki, hogy a vízkezelés során keletkezik (Richardson&Postigo 2011), ezeknek azonban csak töredékéhez rendeltek határértéket a hatályos jogszabályokban (98/83/EK rendelet, 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet). Számos olyan anyagról tudunk, melyek toxikológiai vonatkozásairól a mai napig nem áll rendelkezésünkre elegendő információ.

Bár az elmúlt években számos publikáció jelent meg a DBP-kel kapcsolatban, még mindig kevés figyelmet kap ez a témakör. A kezeletlen ivóvízzel ellentétben, mely számos betegség terjesztője lehet, akut problémát általában nem okoznak sem

az élővilágban, sem pedig a fogyasztókban. Igazi veszélyük a mindennapi fogyasztásban rejlik, hiszen a káros hatások kialakulásához évek vagy évtizedek is kellhetnek. A fogyasztók mindennapi életük során ki vannak téve ezen vegyületek hatásainak, nem csupán az ivóvíz közvetlen fogyasztásával, hanem például zuhanyzás közben is, ahol apró cseppek formájában közvetlenül a tüdőbe kerül a víz, ezáltal a melléktermék vegyületek is (Uddameri & Venkataraman 2013).

A víztisztítási melléktermék vegyületek kialakulásában kulcs szerepe van az oldott szervesanyag (DOM- *dissolved organic matter*) tartalomnak. Kiderült, hogy a DOM mellett a korábban a vízbázisba került vegyületekből is kialakulhatnak DBP-k. A szerves anyag, mely főként kolloid mérettartományba tartozó, vizes fázisban oldott, biomassza eredetű anyagból áll, szinte minden természetes eredetű vízben jelen van. Eredete főként szárazföldi és vízi mikroszervezetek lebontó tevékenységére, szekunder szervesanyag-feldolgozást végző heterotróf szervezetek működésére, valamint fotoszintetizálni képes élőlények tevékenységére vezethető vissza (Rositano et al. 2001). A DOM és a melléktermékek kialakulása közötti kapcsolat mind Európában, mind pedig a tengerentúlon megdőbbenést váltott ki a tudományos közéletben, hiszen addig az volt az álláspont, hogy kezelés után az ivóvíz nem tartalmaz semmilyen, az egészségre ártalmas összetevőt.

Szervetlen szennyezők is szerepet játszanak a DBP-k kialakulásában, ezek közül legjelentősebbek a jodid-és bromidionok. Ezek azért különösen veszélyesek, mert hipobrómsavvá vagy hipojódossavvá alakulva könnyen reakcióba léphetnek a DOM-mal (Hua et al. 2006).

A gyógyszer-hatóanyagok közül számos olyan van, melyet nagy mennyiségben használunk. Ilyenek például a hormonális fogamzásgátló készítményeket, csonttritkulás elleni szereket. Mennyiségüket tekintve a legtöbbet fájdalomcsillapító, gyulladáscsökkentő szereket állítunk elő és alkalmazunk világszerte. A széleskörben használt antibiotikumok közül több csoportról (tetraciklinek, fluorkinolonok, β -laktámok) kimutatták, hogy képesek reakcióba lépni a klórvegyületekkel (Wang et al. 2011, Dodd et al. 2005).

Mivel napjainkban már számos DBP-t ismer a tudomány, melyeknek csak egy része került eddig górcső alá toxikológiai szempontból, így lehetetlen minden anyagra határértéket bevezetni. Más vegyületcsoportokhoz hasonlóan a DBP-k esetében is úgynevezett „jelző” vegyületekre állapítottak meg határértékeket, melyek többnyire vegyületcsoportjuk legnagyobb mennyiségben jelen lévő képviselői. Miután számos vizsgálatban fény derült a DBP-k jelenlétére az ivóvízben, illetve egyes DBP-k potenciális egészségkárosító hatásaira, az egyes nemzetek és közösségek a vízminőségi követelmények fontos részévé tették a melléktermék vegyületek alacsony mennyiségét. Az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (US EPA, 1998) és az Európai Unió is irányelvben rögzítette a tagállamoktól elvárt határértéket, valamint a WHO is bevezette irányelveibe néhány DBP maximális megengedhető szintjét.

A szabályozás alá eső DBP-k mellett egyre nagyobb figyelem irányul a szabályozás alá nem eső vegyületekre. Számos új DBP-t vontak már be *in silico* szerkezet-hatásmechanizmus elemzésbe, mely módszerrel nagy biztonsággal

következtethetünk egy-egy vegyület hatásmechanizmusára, potenciális karcinogenitására. Ezek között szerepelnek jódos savak, bromo-nitrometánok, jodo-trihalometánok, halofuranonok, halopirrolok, halokinonok, haloamidok, haloaldehidek, halonitrilek és nitrózaminok (Woo et al. 2002).

A téma komplexitását tovább növeli, hogy több tízezer vegyületet használ az emberiség az élet számos területén, így ezek a háztartásokból, a mezőgazdasági tevékenységből, a nehéz- és könnyűiparból, a közlekedésből és a vegyiparból, beleértve a gyógyszeripart, kikerülhetnek és ki is kerülnek a környezetbe. Mivel bolygónk egy zárt rendszer, ezért vagy a levegőből kiüledve vagy kimosódva, esetleg a talajba bemosódva, vagy a kommunális szennyvízzel eléri a természetes vízforrásokat, amik aztán ivóvízbázisunk alapját is adják.

Az ösztrogének napjainkban egyre nagyobb problémát okoznak az ökoszisztémákban, illetve a humán populáció körében is. A hormonális fogamzásgátlók, valamint az állatgyógyászati készítmények egyaránt bejuthatnak a szennyvizekbe, vagy közvetlenül a talajvízbe, így elszennyezve azt. Ezek a vegyületek önmagukban is komoly problémákat képesek okozni, ám több vizsgálat kimutatta, hogy a vízkezelés során hozzájárulnak a DBP vegyületek számának emelkedéséhez. A klórral történő kezelés után a diklórozott származékok ösztrogén hatása sokkal kisebb, mint a monoklórozottaké (Pereira et al. 2011).

Az elmúlt évtizedekben, a növénytermesztés intenzifikációja miatt egyre nagyobb mennyiségű peszticidet használ a mezőgazdaság. A kijuttatás során, vagy a növények lombozatáról lemosódva könnyen bejutnak a talajba. Ha az UV-sugárzás hatására nem bomlanak le, vagy talajszemcsék felszínén nem kötődnek meg, egyenesen a talajvízbe kerülnek. Mivel kémiai természetüket tekintve nagyon változatosak ezek a szerek, így a bomlásuk, valamint a vízkezelés során lejátszódó kémiai reakciók miatt is tovább növelhetik a DBP-k számát az ivóvízben.

Vannak olyan esetek, amikor a klórvegyületekkel történő vízkezelés után kialakuló termékek toxikusabbak az anyamolekuláknál. Brix és munkatársai (2009) a tirazin bomlástermékeiről, míg Duirk és Collette (2006) a klórpirifosz bomlástermékéről, a klórpirifosz-oxonról állapították meg ugyanezt. Az organofoszfátok ózonos kezelés hatására oxon intermedier vegyületek (diazooxon, metil-paraoxon, metil-paration és paration) keletkeznek, melyek a víz pH-jának függvényében képesek felhalmozódni (Wu et al. 2009).

A kozmetikumok összetevői a tisztálkodás során bekerülnek a szennyvízbe, vagy természetes vizekben történő fürdőzés során közvetlenül a nyersvíz forrásokba. A legtöbb ilyen termékben megtalálhatók a parabének, melyeket a kozmetikai, a gyógyszer- és az élelmiszeripar is használ tartósítószerként baktericid és fungicid hatásai miatt. Mind a klórvegyületekkel, mind pedig az ózonnal történő kezelés hatására számos melléktermék vegyület alakulhat ki belőlük. Előbbi hatására klórozott parabén származékok keletkeznek, míg utóbbi hatására hidroxiláción esik át a molekulák aromás gyűrűje és/vagy észter lánc (Terasaki & Makino 2008, Tay et al. 2010).

Joll és munkatársai (2010) a természetes vizek klórozását modellezték β -karotin jelenlétében. A keletkező melléktermék vegyületeket CLSA/GC-MS módszerrel

vizsgálták. Számos trihalometán vegyületet mutattak ki a metil-ke-ton csoportok haloform reakcióinak köszönhetően. Kanasawud & Crouzet (1990) tanulmányában egy modellkísérletben a β -karotin bomlástermékeként nevezik meg a vegyületet. Kísérletükben a hő és az oxidáció hatását vizsgálták a β -karotin bomlására. Számos illékony és nem illékony vegyületet írtak le. A β -karotin oldatot 3 órán át tartották 97 °C-on, különböző oxigén koncentrációkon. Azt találták, hogy minél nagyobb az oldott oxigén mennyisége, annál több bomlástermék keletkezik, főként az illékony frakcióban.

3. Vízisztítási melléktermék vegyületek egészségügyi hatásai

A fentiek alapján jól látható, hogy egészségünket számtalan, az ivóvízben is megtalálható anyag veszélyezteti. A medencék vize a benne található egyéb szerves szennyeződések miatt (verejték, vizelet, bőrsejtek, naptejek és egyéb testápolási cikkek) több DBP-t tartalmaz, mint az azokat tápláló vízforrások. Néhány vegyületet, kiváltképp a triklóramint összefüggésbe hozzák az asztma kialakulásával (Richardson & Postigo 2011).

Az ivóvízben található karcinogének témakörével az 1970-es években kezdtek el foglalkozni. Az Egyesült Államokban megfigyelték, hogy azon lakosok körében, akik a Mississippi folyóból származó kezelt ivóvizet fogyasztanak, gyakoribbak a daganatos megbetegedések, mint a felszín alatti vízforrásokat fogyasztók körében (Harris et al. 1974). Szintén 1974-ben jelent meg Marx tanulmánya a Science folyóiratban, melyben először jelenti ki, hogy „az ivóvíz rákot okozhat”. Ettől kezdve a kutatók fokozott figyelmet fordítottak a témakör vizsgálatára, hiszen korábban az ivóvíz biztonságán a megfelelő mikrobiológiai állapotot értették és a vízkezelés során az elsődleges szempont a vízzel terjedő betegségek megelőzése volt.

A világon először 1978-ban, Kanadában szabályozták a DBP vegyületek határértékét, ekkor 4 trihalometán-vegyületet vontak szabályozás alá, köztük a kloroformot (Hrudey 2009). Az évtizedek alatt elvégzett, sokszor ellentmondásos vizsgálatokat figyelembe véve az IARC (*International Agency for Research on Cancer* – Nemzetközi Rákkutató Ügynökség) a kloroformot, valamint a bromodiklorometánt a 2B csoportba sorolta. Ebben a csoportban olyan anyagok szerepelnek, melyek az emberi szervezetbe jutva lehetséges rákkeltők, ám ez nem nyert bizonyítást kétséget kizáróan. A bromoform, valamint a kloro-dibromometán a 3-as csoportban kapott helyet, így nem tekinthetők rákkeltőnek a tudomány jelenlegi állása szerint.

A DBP-eket, különös tekintettel a klórozás hatására kialakultakat, összefüggésbe hozzák daganatos megbetegedésekkel, ám az epidemiológiai kutatások eredményei eddig a húgyhólyagrák esetében tekinthetők kellően alátámasztottnak (Hrudey 2009). Számos, szabályozás alá eső, tehát egészségügyi határértékkel rendelkező THM vegyületről bebizonyították már, hogy laboratóriumi állatokon végzett kísérletek alapján DNS károsító hatásúak, ennek következtében karcinogén hatásúak lehetnek. Továbbá a bróm-tartalmú vegyületek citotoxikusak (Landi et al. 1999). A HAA (haloecetsav) vegyületcsoportba tartozó anyagok közül is számos mutagénnek

és citotoxikusnak bizonyult, ezen vegyületek esetén a brómozott származékok toxikusabbak a klórozott származékoknál (Richardson et al. 2007).

A melléktermék vegyületek kémiaiag nagyon változatosak, ennek következtében sokféleképpen hathatnak az élő szervezetekre. Évről évre egyre több DBP-t fedeznek fel, melyeknek még nem ismertek a toxikológiai jellemzői, így elképzelhető, hogy a még nem szabályozott, határértékkel nem rendelkező vegyületek nagyobb veszélyt jelentenek az egészségre, valamint az ökoszisztémákra, mint azok, melyek rendelkeznek határértékkel, és számos toxikológiai jellemzőjüket ismerjük.

4. Lehetőségek a víztisztítási melléktermék vegyületek mennyiségének csökkentésére az ivóvízben

A DBP vegyületek csoportjába kémiaiag rendkívül sokféle vegyület tartozik. Ez jelentősen megnehezíti olyan általános technológiák alkalmazását, melyekkel a DBP vegyületek jelentős hányadát eltávolíthatjuk a vizekből. Amennyiben a nyersvizek kezelése során a DBP-k kialakulásának legjelentősebb prekursorát, a szerves anyagot el tudjuk távolítani a rendszerből, úgy csökkenthető a fertőtlenítés során kialakuló melléktermék vegyületek mennyisége.

Az eltávolítás egyik lehetséges módja a membrántechnológia alkalmazása. A membrántechnológiát az élelmiszeriparban is alkalmazzák, többek között tejipari termékek előállításánál, illetve élelmiszeripari szennyvizek kezelésénél. A technológia DBP-re gyakorolt hatásait Magara és munkatársai (1998) vizsgálták egy japán állami projekt keretein belül, és azt kapták, hogy a nanofiltráció nagyon hatásos a nyersvízben található szervesanyag, ezáltal a kialakuló DBP vegyületek mennyiségének csökkentésére.

Ezt a témát Clark és munkatársai (1994) is vizsgálták, hatékonyság és gazdaságosság szempontjából is. Szintén a prekursor szerves anyag eltávolításában látták a megoldást. Azt kapták, hogy az aktívszén granulátumok alkalmazása ugyan olcsóbb, de a nanofiltráció jóval hatékonyabb. A technológia alkalmazása a kevesebb oldott szervesanyagot tartalmazó, felszín alatti vizek esetében a leghatékonyabb.

A DBP-k eltávolítása a már kezelt ivóvízből, a tudomány jelenlegi állása szerint, legnagyobb hatékonysággal speciális szűrőközeg alkalmazásával kivitelezhető. Rácz és munkatársai (2004) budapesti ivóvizet vizsgálták. A mintákat Amberlite XAD-2 gyantaoszlopon szűrték át. Ez a megoldás ugyan hatékony a melléktermék vegyületek eltávolítása szempontjából, ám ésszerűen csak laboratóriumi körülmények között kivitelezhető

A leghatékonyabb megoldás tehát a DBP-k mennyiségének csökkentésére, ha valamilyen szűrési technológiával eltávolítjuk a szerves anyagot a nyers vizekből még a fertőtlenítő eljárások alkalmazása előtt. Mivel mind az aktívszenes, mind pedig a membránszűrés alkalmazható ipari méretekben, így ezekkel biztosítható a fogyasztók számára a biztonságosabb ivóvíz. Jelenlegi ismereteink szerint a DBP-k teljes eltávolítása a fogyasztókhoz eljuttatott ivóvízből nem megoldható.

5. Következtetések, összegzés

Napjainkban sokszor halljuk, hogy legnagyobb kincsünk a víz. Ezt a fejlett országokban élő emberek hajlamosak elfeledni, hiszen alapvető, hogy a csap kinyitása után hozzájutnak a fogyasztásra alkalmas, tiszta, kórokozótól mentes ivóvízhez. Arra azonban csak nagyon kevesen gondolnak, hogy a kórokozókon kívül más veszélyek is leselkedhetnek a rájuk.

Az iparosodás és az emberi forrásból származó szennyezések miatt a környezetünkben előforduló toxikus anyagok száma és mennyisége egyre növekszik. Az egyik leginkább érintett közeg a víz. A vízbe kerülő szennyező anyagok nem csupán a vízi életközösségeket veszélyeztetik, hanem az ivóvízbázisokat, így a fogyasztók egészségét is.

A kikerülő anyagok reakcióba léphetnek egymással, valamint a nyersvizekben megtalálható szervesanyaggal is, kiváltképp, ha az ivóvíz előállítás során ezeket a vízforrásokat erős oxidálószernek, ózonnak vagy UV-sugárzásnak tesszük ki. Az urbanizálódott területeken, így Budapest környékén, Európa egyik legnagyobb, iparilag is jelentős városokon áthaladó folyójában, a Dunában is jelen van számos, kommunális eredetű szennyező. Sujbert és munkatársai (1993) Duna-menti, parti szűrőű kutakból származó ivóvizet vizsgáltak, és tárták fel annak genotoxikus hatását baktériumokra nézve, valamint a kutatócsoport tagjai a vízben található szennyezők potenciális, apoptotikus aktivitást növelő hatását is vizsgálták sejtenyészeten (Rácz et al. 2004).

Természetesen a vízbázisok elszennyeződése nem csupán az ivóvíz fogyasztáson keresztül érinti a fogyasztókat. Mivel az élelmiszereink egyik alapvető összetevője az ivóvíz, így a mikroszennyezők, köztük a DBP vegyületek bevitelével a táplálkozás során is megtörténik.

A fentiek alapján látható, hogy egyre nagyobb figyelmet kell fordítani az ivóvíz-biztonságra a fejlett országokban is, hogy kisebb arányban forduljanak elő a különböző szennyezőanyagok hatására kialakuló betegségek. Ezt a lakosság edukálásával, gyermekkorban elkezdett környezeti neveléssel, valamint a veszélyekre való figyelmeztetéssel elő lehet segíteni. A fogyasztók, tudatosságának növekedésével a környezeti terhelés csökkenthető.

Nem szabad természetesen megfeledkeznünk a bolygót sújtó vízhiányról sem, mely a klímaváltozás miatt napjaink egyik legfenyegetőbb problémája. Ez a jelenség nem csupán a fejlődő országokat érinti, egyre égetőbbé válik a megoldása. Ennek érdekében minden, a vizet bármilyen formában hasznosító iparágban lépéseket kell tenni az ivóvíz források megóvásának érdekében, ez közös érdekünk.

Irodalomjegyzék

- Ashbolt N.J. (2004): Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology*, 198: 229–238.
- Brix R., Bahi N., López de Alda M.J., Farre M., Fernandez J.M., Barceló (2009): Identification of disinfection by-products of selected triazines in drinking water by LC-Q-ToF-MS/MS and evaluation of their toxicity. *Journal of Mass Spectrometry*, 44(3):330–337.

- Bull RJ., Birnbaum LS., Cantor KP., Rose JB., Butterworth BE., Pegram R., Tuomisto J. (1995): Water chlorination: essential process or cancer hazard? *Fundamental and Applied Toxicology*, 28(2): 155166.
- Clark RM, Adams JQ, Lykins Jr BW. (1994): DBP control in drinking water: cost and performance. *Journal of Environmental Engineering*. 120(4):75982.
- Dodd MC., Shah AD., Von Gunten U., Huang C-H. (2005): Interactions of fluoroquinolone antibacterial agents with aqueous chlorine: reaction kinetics, mechanisms, and transformation pathways. *Environmental Science&Technology*, 39:7065–7076.
- Duirk SE., Collette TW. (2006): Degradation of chlorpyrifos in aqueous chlorine solutions: pathways, kinetics and modeling. *Environmental Science&Technology*, 40: 546–551.
- FAO (2017): Water for sustainable food and agriculture, *A report produced for the G20 presidency of Germany*, Róma, Olaszország.
- Harris RH., Epstein SS., Moreau JA., Page T., Vermeij EZ. (1974): The implications of cancer-causing substances in Mississippi River water. Environmental Defense Fund.
- Hrudey SE. (2009): Chlorination disinfection by-products, public health risk tradeoffs and me. *Water Research*, 43: 20572092.
- Hua G., Reckhow DA., Kim J. (2006): Effect of bromide and iodide ions on the formation and speciation of disinfection byproducts during chlorination. *Environmental Science&Technology*, 40: 30503056.
- Joll CA., Alessandrino MJ., Heitz A. (2010): Disinfection by-products from halogenation of aqueous solutions of terpenoids. *Water Research*, 44(1):232–242.
- Kanasawud P., Crouzet JC. (1990): Mechanism of formation of volatile compounds by thermal degradation of carotenoids in aqueous medium. 1. Beta-Carotene degradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(1): 237–243.
- Landi S., Hanley NM., Warren SH., Pegram RA., DeMarini DM. (1999): Induction of genetic damage in human lymphocytes and mutations in Salmonella by trihalomethanes: role of red blood cells and GSTT1-1 polymorphism. *Mutagenesis*, 14: 479-482.
- Magara Y., Kunikane S., Itoh M. (1998) Advanced membrane technology for application to water treatment. *Water Science and Technology*, 37(10):91.
- Marx JL. (1974): Drinking water: Another source of carcinogens? *Science*, 809811.
- Pereira RO., Postigo C., López de Alda M., Daniel LA., Barceló D. (2011): Removal of estrogens through water disinfection processes and formation of by-products. *Chemosphere*, 82:789–799.
- Rácz G., Sujbert L., Bocsi J., Szende B. (2004): Rapid communication: water disinfection by products enhanced apoptotic activity in human lymphocytes. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 67: 13151319.
- Richardson SD., Plewa MJ., Wagner ED., Schoeny R., DeMarini DM. (2007): Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 636(1-3):178242.
- Richardson SD., Postigo C. (2011): Drinking water disinfection by-products, In: *The Handbook of Environmental Chemistry*, Springer, Boston, MA, pp. 93–137.
- Rook JJ. (1974): Formation of haloforms during chlorination of natural waters. *Water Treatment Exam*, 23: 234243.
- Rositano J., Newcombe G., Nicholson B., Sztajn bok P. (2001): Ozonation of NOM and algal toxins in four treated waters. *Water Research*, 35: 2332.
- Sujbert L., Kollar G., Ollos G., Ribari L. (1993): Measuring the genotoxic potential in two drinking water resources of Budapest in Salmonella/microsome system. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 51(3): 349355.
- Tay KS., Rahman NA., Bin Abas MR. (2010): Ozonation of parabens in aqueous solutions: kinetics and mechanisms of degradation. *Chemosphere*, 81:1446–1453.
- Terasaki M., Makino M. (2008): Determination of chlorinated by-products of parabens in swimming pool water. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 88(13): 911–922.

- Uddameri V., Venkataraman K. (2013): Assessing the effect of initial vapor-phase concentrations on inhalation risks of disinfection-by-products (DBP) in multi-use shower facilities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(4):591606.
- Wang P., He YL., Huang CH. (2011): Reactions of tetracycline antibiotics with chlorine dioxide and free chlorine. *Water Research*, 45:1838–1846.
- Woo YT., Lai D., McLain JL., Manibusan MK., Dellarco V. (2002): Use of mechanism-based structure-activity relationships analysis in carcinogenic potential ranking for drinking water disinfection by-products. *Environmental Health Perspectives*, 110(suppl 1):75–87.
- Wu J., Chongyu L., Sing Chan GY. (2009): Organophosphorous pesticide ozonation and formation of oxon intermediates. *Chemosphere*, 76:1308–1314.
- 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről 98/83/EK: Az Európai Tanács irányelve az emberi fogyasztásra szánt ivóvíz minőségéről
- US EPA (1998): 63 FR 69390 - National Primary Drinking Water Regulations: Disinfectants and Disinfection Byproducts, Federal Register, Volume 63, Issue 241.

LOMBTRÁGYA KEZELÉSEK HATÁSA AZ ŐSZI BÚZA TERMÉSÉRE ÉS TERMÉSELEMEIRE

Tar Melinda¹ – Irmes Katalin² – Vályi-Nagy Marianna² – Kristó István¹

STUDY OF THE EFFECTS OF FOLIAR FERTILIZER FOR YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WINTER WHEAT

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Növénytermesztési-tudományok Intézet, Szeged

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Növénytermesztési-tudományok Intézet, Szeged;
Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő

Absztrakt: A búza terméshozamát a genotípus és a környezeti hatások egyaránt befolyásolják, ideértve az időjárást, a talaj tápanyagellátottságát és az alkalmazott mezőgazdasági gyakorlatot is. Ezért a sikeres búzatermesztés egyik legfontosabb feltétele a megfelelő makro-, mezo- és mikrotápelem ellátottság biztosítása. A mikroelemek kismértékű hiánya gyakran nem okoz látható tüneteket a növényeken, azonban akár 10-30%-os termésvesztést is eredményezhet. A szükséges mikrotápelemek pótlása a legegyszerűbben lombtrágyázással érhető el. Kutatásunk célja az volt, hogy tanulmányozzuk az őszi búza különböző fenofázisában kijuttatott esszenciális mikroelemeket (Cu, Zn, Mn) és magnéziumot (Mg) tartalmazó lombtrágya kezelések hatását a vizsgált őszi búza fajta terméshozamára és terméselemeire. A kísérletet a szántóföldi kísérleteket a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Szegedi Kutatóállomásán végeztük. A kezeléseket ősszel (BBCH13), tavasszal a bokrosodás kezdetén és a búza két nóduszos állapotában végeztük el. Három éves eredményeink alapján szignifikáns különbséget állapítottunk meg a kontroll és a kezelt parcellák terméshozama között. A lombtrágya kezelések hatására nőtt az egységnyi területen képződött hajtások száma, a kalászkok és kalászkák száma, a szemszám és a szemtömeg is. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk továbbá, hogy a lombtrágya kezelések hatására bekövetkező szemszám és szemtömeg növekedés igen erős összefüggést mutatott a terméshozam növekedéssel. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy eltérő évjáratban a kezelés idejétől függetlenül az esszenciális mikroelem és Mg tartalmú lombtrágyázás csökkentheti az esetleges abiotikus stresszhatások termésre gyakorolt negatív hatásait, valamint segíthet az őszi búza szemtermésének maximalizálásában.

Abstract: Wheat yield is determined by both the genotype and environmental conditions including the weather, soil and agricultural practices. One of the most important condition for successful wheat production is to ensure an adequate supply of macro- meso- and micronutrients. A small lack of micronutrients often does not cause visible symptoms on the plants however, it can result up to 10-30% yield loss. The replacement of the necessary micronutrients is most easily achieved by foliar fertilization. Our aim of this research was to study the effect of foliar fertilizer application of essential micronutrient mixture (Cu, Mn, Zn) and magnesium (Mg), used by different growth stages on wheat yield and yield components. The field experiment was carried out at Szeged Research Station of Hungarian University of Agriculture and Life Sciences. The foliar application of micronutrients mixture was done at leaf development BBCH13 (L), tillering (T) and stem elongation (S) stages of winter wheat. The results showed significant difference among the grain yield of the control (without foliar fertilizer) and all of the foliar fertilization treatments at the different growth stages. The foliar applied micronutrient mixture also increased tillering ability, dry matter, spike number, seed number per spikes and thousand-seed weight. The research indicated that the foliar fertilizer application of micronutrient mixture could be help to maximize the grain yield of winter wheat.

Kulcsszavak: búza, mikroelemek, levéltrágyázás, termésmennyiség, terméselemek

Keywords: wheat, micronutrients, foliar fertilization, grain yield, yield components

1. Bevezetés

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) az emberiség egyik legfontosabb élelmisznövénye, a világon összesen több mint 239,6 millió hektáron termesztik (FAO 2019). Magyarország a világ búzatermő területeiből 0,5%-kal (1,01 millió ha) részesedett 2019-ben. Hazánk 2019-ben 5,4 millió tonna termésmennyiséggel a 25. helyen helyezkedett el a világrangsorban. A napjainkban alkalmazott termésmennyiség központú intenzív termesztési technológia során az agrotechnikai elemek közül a termésbiztonságot legnagyobb mértékben a tápanyagellátás (35%) és a növényvédelem (23%) határozza meg (Pepó 2019).

A búza a nagy tápanyagigényű szántóföldi növénykultúrák közé tartozik. A nagy termésmennyiség eléréséhez az alapvetően szükséges nitrogén, foszfor és kálium ellátást mezo- és mikroelemek kijuttatásával szükséges kiegészíteni. A búzában az esszenciális mikroelemeknek kiemelkedő szerepe van a szárazanyag tartalom alakulására, a szemtermésre és a biomassza hozamra egyaránt (Asad & Rafique 2000). A cink (Zn) a növényi sejtekben számos enzim aktivátora és fontos szerepet játszik a növények nitrogén-anyagcseréjében. A mangán (Mn) részt vesz a növények alapvető élettani folyamataiban, mint például a fotoszintézisben, az oxidációs-redukációs folyamatokban és számos enzimreakció aktiválásában. A réz (Cu) szerepet játszik a növények fehérjeszintézisében, a légzésben, a szénhidrát-anyagcserében és a fotoszintézisben. A magnézium, (Mg), mint a klorofill központi eleme, fontos szerepet játszik a fotoszintézisben ezáltal pedig a növényi anyagcserében. Részt vesz továbbá a fehérje bioszintézisben és az energiaháztartásban is. (Debreceni 1999, Buzás 1983).

Kádár (2008) szerint Magyarországon a vizsgált talajok 46%-a cinkkel gyengén ellátott. Hazánk talajainak rézellátottságát vizsgálva Kádár (2008b) országos átlagban a vizsgált talajok 9%-át találta rézben gyengén ellátottnak, de ez az arány Békés megyében 23, Szabolcs-Szatmárban 17, Fejér, Győr-Moson-Sopron és Tolna megyében 10-13%-ot ért el. A tápelemek felvehetőségét a talajból számos környezeti tényező befolyásolja. Ennek következtében előfordulhat az a jelenség is, amikor a talaj mikroelemekből ugyan nem mutat hiányt, mégis jelentkeznek a növényeken a tápelemhiány tünetei (Kádár 2008a). A növények a tápelemeket nemcsak gyökéren, hanem kisebb mennyiségben levélen keresztül is képesek felvenni. A mikroelemek esetében a levélen keresztüli növénytáplálás hatékonyabb és gazdaságosabb bizonyos élettani körülmények között (Schmidt és mtsai. 2005), ezért az utóbbi években a lombtrágyázás gyakorlata egyre gyakoribbá vált hazánkban (Kádár 2008a). Cink tartalmú levéltrágyázással Jakab és mtsai (2016, 2017 a, b) kukorica szemtermését növelték. Tóth és mtsai (2018) Zn-lombtrágyázás hatását vizsgálták az őszi búza értékmérő tulajdonságaira, és azt tapasztalták, hogy a növekvő dózisú cinkkezelések igazolható hozamnövekedést okoztak. Rózsa és mtsai (2011) őszi búzában vizsgálták a Zn- és Cu-tartalmú lombtrágyák hatékonyságát, és a Zn szignifikáns termésnövelő hatásáról számoltak be.

Munkánkban célul tűztük ki az őszi búza különböző fejlődési fázisaiban kijuttatott esszenciális mikroelemeket (cink, mangán és réz) és magnéziumot (Mg)

tartalmazó lombtrágya kezelések hatásának vizsgálatát a termésmennyiségre és a terméselemekre.

2. Anyag és módszer

Kísérletünket a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (2021-től MATE Növénytermesztési-Tudományok Intézet) Szeged-Öthalom Kísérleti Telepén állítottuk be a 2016/2017, 2017/2018 és 2018/2019 gazdasági években a GK Arató őszi búza fajtával.

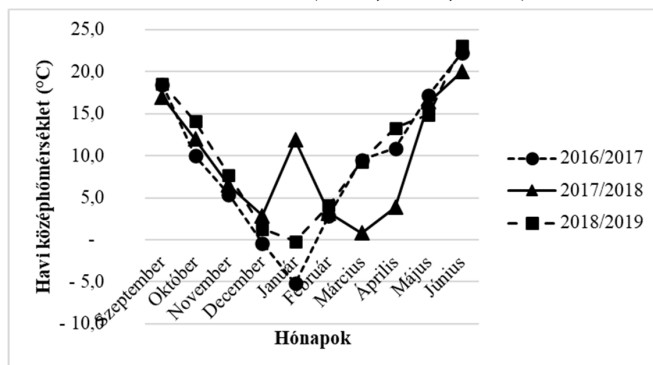
A kísérleti terület domborzata sík, talaja mélyben sós réti csernozjom típusú. A terület talajvizsgálati eredményeit az 1. táblázatban ismertetjük.

1. táblázat: Talajvizsgálati eredmények, Szeged-Öthalom

pH (KCl)	Arany félé kötöttségi szám (KA)	Humusz tartalom (m/m%)	CaCO ₃ (m/m%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Nitrogén (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Mg (mg/kg)
7,5	41	2,5	1,7	235,1	237,1	35,2	5,8	1,4	11,9	195,1

A kísérleti évek időjárás adatait az Országos Meteorológiai Szolgálat szegedi állomásának adatai alapján az 1. ábra és a 2. táblázat tartalmazza. Mindhárom évben a tenyészidőszakban hasonlóan alakult az évi középhőmérséklet: a 2016/2017-es gazdálkodási évben 9,1 °C, a 2017/2018-as gazdálkodási évben 9,46 °C és a 2018/2019-es gazdálkodási évben 10,62 °C. A hőmérséklet adatok alapján jól látszik, hogy 2018-ban a január extrém meleg volt, a havi középhőmérséklet a 100 éves átlag alapján az áprilisi középhőmérsékletnek felelt meg. Az elkövetkezendő hónapok lehűlése azonban nem kedvezett a fejlődésnek indult állománynak (1. ábra).

1. ábra: Havi középhőmérsékletek a búza tenyészidőszakában a vizsgált három évben (2017, 2018, 2019)



Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat adatai saját szerkesztésben

Mindhárom évben eltérő csapadékviszonyok mellett végeztük a kísérletünket (2. táblázat). A három év csapadék adatait tekintve az aszályos periódusok a vetés és kelés (ld. 2018/2019), a tavaszi bokrosodás, kalászhányás és virágzás idejére estek.

2. táblázat: Csapadékeloszlás a búza vegetációs ideje alatt a kísérleti területen

Hónap	2016/2017 (mm/hónap)	2017/2018 (mm/hónap)	2018/2019 (mm/hónap)
Szeptember	33	57	8
Október	88	40	5
November	40	45	21
December	2	54	28
Január	3	43	20
Február	23	90	13
Március	14	87	2
Április	44	23	56
Május	38	31	137
Június	75	126	135
Összesen	360	540	415

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat adatai saját szerkesztésben

Vizsgálatainkat 4 ismétléses véletlen blokk elrendezésben 10 m²-es parcellákon állítottuk be egy, a kereskedelmi forgalomban is kapható magnézium, réz, mangán és cink tartalmú lombtrágya készítménnyel. A kezeléseket ősszel és tavasszal végeztük 2 liter/ha dózisban az őszi búza különböző fenofázisában (3. táblázat).

3. táblázat: A kísérletben alkalmazott mikroelem tartalmú lombtrágya kezelések leírása

Kezelés kódja	Kijuttatás ideje		
	Ősz	Tavasz	
	3 leveles korban (BBCH13)	Bokrosodáskor (BBCH21-22)	2 nóduszos állapotban (BBCH32)
K1	Kontroll (nem volt lombtrágya kezelés)		
K2		+	
K3	+		
K4			+

A terméselemek vizsgálatához az őszi búza teljes éréskor a 10 m²-es parcellák középső (4.) sorából egységnyi területen (0,5 fm) fejlődött növényeket ásóval emeltük ki. A mintavétel után meghatároztuk az egységnyi területen fejlődött hajtások, kalászkák és szemek számát, valamint a szemtömeget.

A betakarítást Wintersteiger típusú parcellakombájnnal végeztük a teljes érés időszakában. Betakarítás után a terményt egyedileg jelölt zsákokba gyűjtöttük, majd digitális mérleg segítségével mértük meg a parcellánkénti termésmennyiséget.

Az adatok statisztikai értékelését korreláció analízissel és varianciaanalízissel a Microsoft Excel program segítségével, a relatív fejlődés grafikus ábrázolását Sváb-féle kumulatív terméselemzés módszerével végeztük (Sváb 1962). A fejlődési grafikonokon a terméskomponenseket az ABC nagybetűivel jelöltük, ahol A=területegységre jutó csíraszám, B=területegységre jutó hajtásszám, C=területegységre jutó kalászsorszám, D=területegységre jutó kalászkaszám, E=területegységre jutó szemszám, F=területegységre jutó szemtömeg.

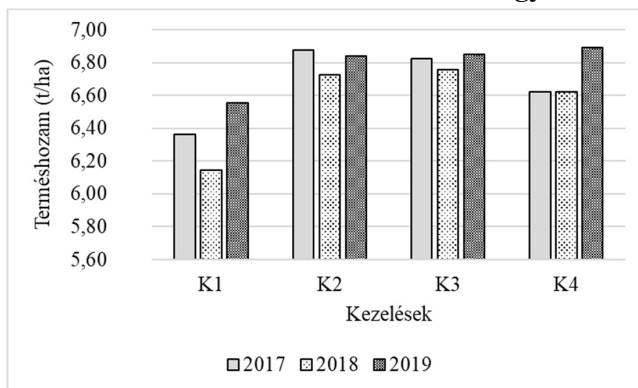
A terméshozam statisztikai értékelését mindhárom kísérleti évben, míg a terméselemek vizsgálatát és a kumulatív terméselemzést a 2017/2018 és a 2018/2019 gazdálkodási években végeztük el.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A kezelések hatása a hozamra

A három vizsgált év átlagában a legkisebb terméshozamot a lombtrágya kezelésben nem részesült kontroll parcellákon kaptuk (6,35 t/ha), míg a legnagyobb terméshozamot a K2 kezelésnél tapasztaltuk (6,82 t/ha). A három év során eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a lombtrágya kezelések minden évben szignifikáns különbséget ($p \geq 0,05$ szinten) eredményeztek a kontroll parcellákhoz képest a hektáronkénti terméshozam esetén. Szignifikáns különbséget tudtunk továbbá kimutatni a vizsgált évek között is, azonban az évjárat és kezelés kölcsönhatása nem volt szignifikáns (2. ábra).

2. ábra: Az őszi búza hozamának alakulása a lombtrágya kezelések hatására



A különböző betűk a szignifikáns különbséget jelentik $p \geq 0,05$ szinten

A legnagyobb terméshozamot 2017-ben a K2 kezelés (6,88 t/ha), 2018-ban a K3 kezelés (6,76 t/ha) és 2019-ben a K4 kezelés (6,89 t/ha) esetén tapasztaltunk. A különböző időpontokban kijuttatott lombtrágya kezelések között 2017-ben szignifikáns különbséget ($p \geq 0,05$ szinten) tudtunk kimutatni a K2 és a K4 (2. ábra).

2018 és 2019 években nem volt szignifikáns különbség az eltérő időpontban kijuttatott lombtrágyakezelések terméshozamra gyakorolt hatásában.

Az eltérő időpontban kijuttatott lombtrágya kezelések hatására a kísérletben a kontrollhoz viszonyítva 4-10%-os hozamnövekedést tapasztaltunk (4. táblázat). Az évek között a kezelések átlagában a legnagyobb terméshozam növekedést (109%) 2018-ban, míg a legkisebbet (105%) 2019-ben érték el. A lombtrágya kezelések eredményeit értékelve a 3 év átlagában a legnagyobb hozamnövekedést (7-7%) az őszi és a kora tavaszi kezelés eredményezte, míg a 2 nóduszos korban kijuttatott lombtrágya kezelés hatására átlagosan 6%-os hozamnövekedést tapasztaltunk (4. táblázat).

4. táblázat: Az őszi búza éves hozamnövekedése a kezelések hatására

Kezelések	2017		2018		2019		Átlag	
	Hozam (t/ha)	Növekedés (%)	Hozam (t/ha)	Növekedés (%)	Hozam (t/ha)	Növekedés (%)	Hozam (t/ha)	Növekedés (%)
K1	6,36	100	6,15	100	6,55	100	6,35	100
K2	6,88	108	6,73	109	6,84	104	6,82	107
K3	6,82	107	6,76	110	6,85	105	6,81	107
K4	6,63	104	6,62	108	6,89	105	6,71	106
átlag	6,78	106	6,70	109	6,86	105	6,67	105

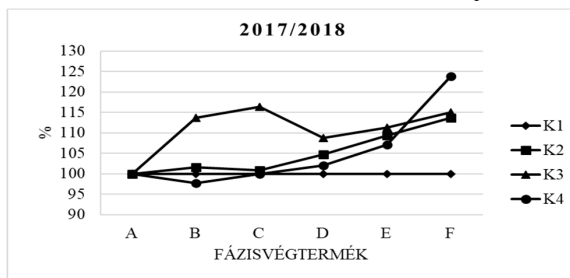
3.2. A kezelések hatása a terméselemekre

A különböző időpontban kijuttatott lombtrágya kezelések élettani hatásának vizsgálatához elkészítettük a vizsgált fajta Sváb féle kumulatív terméselemzését.

3.2.1. 2017/2018 év eredményei

2018-ban az egyes fázisvégtermékek adatait elemezve nem kaptunk szignifikáns különbséget a lombtrágya kezelések között, mégis a hatások jól nyomon követhetők a relatív fejlődésmentet vizsgálva (3. ábra). Jól látható, hogy a kezelések eltérő módon voltak hatással az őszi búza fejlődésére. 2017/2018 gazdálkodási évben az egyenletes csapadékeloszlásnak és a téli, valamint kora tavaszi, az átlagot jelentősen meghaladó középhőmérsékletnek köszönhetően a bokrosodás kezdetén (K3) kijuttatott lombtrágya készítmény jelentős hatással volt a bokrosodási erélyre. A kezelés hatására a kontrollhoz képest 14%-kal több hajtás képződött. A márciusi hirtelen lehűlés azonban jelentős stresszt okozott a növények számára, amelyet a K3 kezelésnél a 3. ábrán látható C-D fázisban a görbe negatív iránya mutat. Ennek ellenére a kezdeti lombtrágya kezelés jelentős hatással volt a szemszámmra (E) és a szemtömegre (F) is.

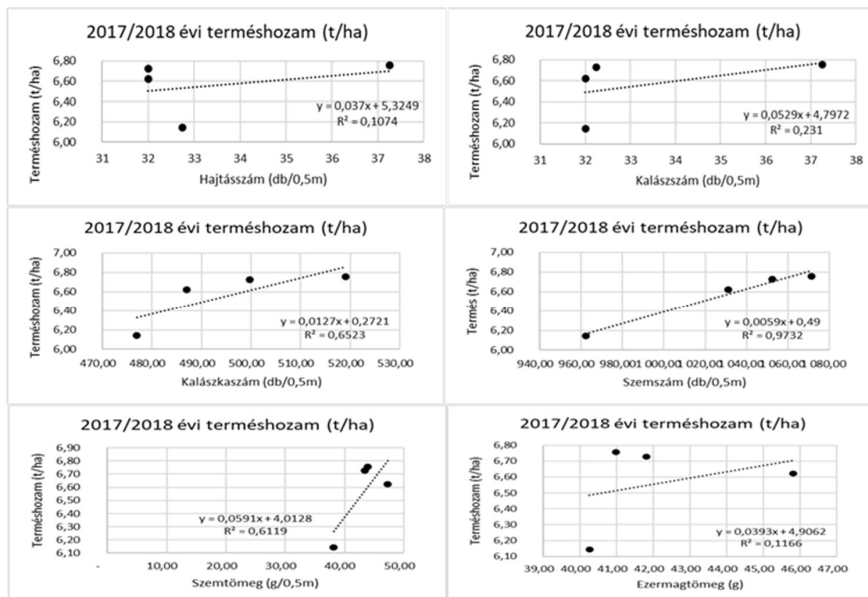
3. ábra: A vizsgált őszi búza fajta relatív fejlődésmenete a lombtrágya kezelések hatására a kontroll kezeléshez viszonyítva (2017/2018).



A=csírászám (db/0,5m), B=hajtásszám (db/0,5m), C=kalászsorszám (db/0,5m), D=kalászkaszám (db/0,5m), E=szemszám (db/0,5m), F=szemtömeg (g/0,5m)

A 2017/2018 évi terméselemek és a terméshozam összehasonlítására korrelációs analízist végeztünk, melynek során megállapítottuk, hogy ebben az évben a termés mennyiségét a vizsgált terméselemek közül a legnagyobb mértékben a szemszám ($r=0,9864$) határozta meg, míg a kalászkaszám ($r=0,8076$) és a szemtömeg ($r=0,7822$) alakulása esetén közepes összefüggést kaptunk (4. ábra).

4. ábra: Az őszi búza terméseleinek és terméshozamának korrelációs vizsgálata a különböző időpontban kijuttatott lombtrágya kezelések hatására (2017/2018)



3.2.2. 2018/2019 év eredményei

A vizsgált fajta relatív fejlődésmenetét értékelve megállapítottuk, hogy a 2018/2019 évben az őszi (K2) és kora tavaszi (K3) lombtrágya kezelések is jelentős hajtásszám

2018/2019

%

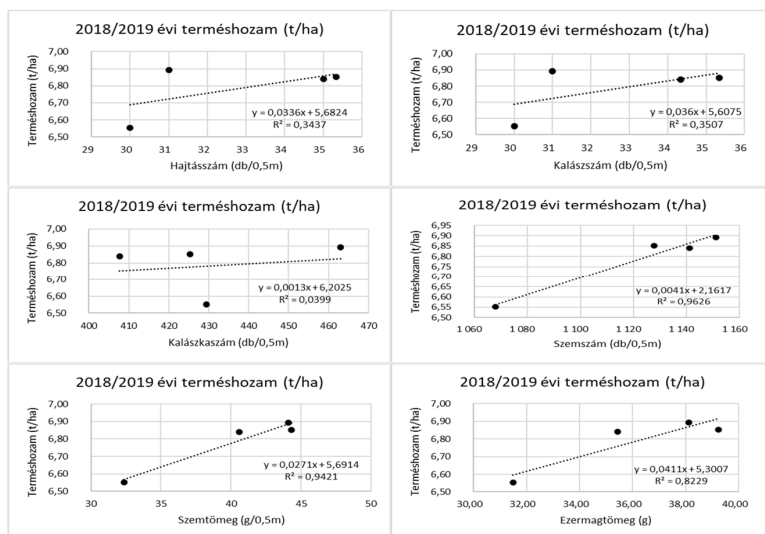
FÁZISVÉGTERMÉK

Legend: K1 (diamond), K2 (square), K3 (triangle), K4 (circle)

FÁZISVÉGTERMÉK	K1 (%)	K2 (%)	K3 (%)	K4 (%)
A	100	100	100	100
B	117	117	117	103
C	117	114	117	103
D	108	95	100	100
E	107	107	107	100
F	137	125	100	100

A terméselemek vizsgálatának második évében szintén elvégeztük a terméshozam és a terméselemek közötti kapcsolat vizsgálatát. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy ebben az évben a terméselemek közül a szemszám ($r=0,9811$) és a szemtömeg ($r=0,9706$) igen szoros, az ezermagtömeg ($r=0,9071$) pedig szoros összefüggést mutatott a terméshozam alakulásával (6. ábra).

6. ábra: Az őszi búza terméseleminek és terméshozamának korrelációs vizsgálata a különböző időpontban kijuttatott lombtrágya kezelések hatására (2018/2019)



4. Következtetések

Munkánk során megállapítottuk, hogy az eltérő időpontban kijuttatott esszenciális mikroelem (Cu, Zn, Mn) és Mg tartalmú lombtrágya kezelések mindegyike szignifikánsan növelte a terméshozamot a kezelésben nem részesült kontroll parcellához képest. A terméselemek tekintetében azt tapasztaltuk, hogy eltérő évjáratokban az egyes terméselemek eltérő mértékben határozzák meg a terméshozamot. Vizsgálataink során megállapítottuk továbbá, hogy a lombtrágya kezelések hatására bekövetkező szemszám és szemtömeg növekedés igen erős összefüggést mutatott a terméshozam növekedéssel. Zeidan és mtsai (2010) szintén azt állapították meg, hogy kísérletükben a lombtrágya kezelés hatására a kontroll és a lombtrágya kezelt parcellák terméshozama és terméselei között szignifikáns különbség van. Vizsgálataink eredményeit támasztja alá, hogy Khan és mtsai (2010) munkájuk során azt tapasztalták, hogy a bokrosodáskor és szárbaindulás kezdetén kijuttatott mikroelem tartalmú lombtrágya kezelések szignifikánsan befolyásolták a terméshozamot, valamint a terméselemek alakulását. Megállapították továbbá, hogy kísérletükben a termés mennyiség kialakulását a legnagyobb mértékben, hasonlóan a mi vizsgálatainkhoz, a kalásonkénti szemszám és szemtömeg befolyásolta.

Irodalomjegyzék

- Asad, A. and R. Rafique (2000): Effect of zinc, copper, manganese and boron on the yield and yield components of wheat crop in Tehsil Peshawar. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 3: 1615–1620.
- Buzás, I. (szerk.) (1983): *A növény táplálás zsebkönyve*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 49–53.

- Debreceni, B., Sárdi, K. (1999): A tápelemek és a víz szerepe a növények életében. In Fülek Gy. (szerk.): *Tápanyag-gazdálkodás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest 69-73.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976): The Biological Yield and Harvest Index of Cereals as Agronomic and Plant Breeding Criteria. *Advances in Agronomy*, 28: 361-405.
- FAO (2019): <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Jakab, P., Zoltán, G., Komarek L. (2016): The effect of foliar fertilization on the yield and generative factors of maize. *Review of Agriculture and Rural Development*, 5(1-2): 158-161.
- Jakab, P., Komarek L. (2017a): The effect of foliar application of different fertilizers on technological and economical parameters of corn. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas*, 3(1): 923-934.
- Jakab, P., Zoltán, G., Festő, D., Komarek, L. (2017b): Investigation of foliar fertilization of maize product. *Advanced Research in Life Sciences*, 1(1): 1-6.
- Kádár, I. (2008a): A levéltrágyázás jelentősége és szerepe a növénytráplálásban. *Acta Agronomica Óváriensis*, 50 (1):19-27.
- Kádár, I. (2008b): A mikroelemkutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre. *Acta Agronomica Óváriensis*, 50 (1):9-14.
- Khan, M.B., Farooq, M., Hussain, M., Shabir, S., Shabir, G. (2010): Foliar application of micronutrients improves the wheat yield and net economic return. *International Journal of Agriculture & Biology*, 12:953-956.
- Pepó, P., Fekete, Á., Vad, A. (2019): A tápanyagellátás szerepe a búzatermesztésnél. *Magyar Mezőgazdaság*, 8
- Rózsa, E., Pecze, Zs., Nagy, L., Szakál, P. (2011): Az esszenciális mikroelemek jelentősége. *Acta Agronomica Óváriensis*, 53 (1):125-129.
- Schmidt, R., Szakál, P., Kalocsai, R., Giczi, Zs. (2005): The effect of copper and zinc treatments and precipitation on the yield and baking quality of wheat. *Acta Agronomica Óváriensis*, 47. 1. 196-201.
- Sváb, J. (1962): Trágyázási és egyéb agrotechnikai kísérletek értékelése kumulatív terméselemzéssel. *Agrokémia és Talajtan*, 11 (2):219-236.
- Sváb, J. (1981.): Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Tóth, E.A., Kalocsai, R., Dorka-Vona, V., Szakál, T. (2018): A Zn-lombtrágya hatása az őszi búza főbb értékmérő tulajdonságaira. *Acta Agronomica Óváriensis*, 59(1): 4-12.
- Zeidan, M.S., Mohamed, M.F., Hamouda, H.A. (2010): Effect of foliar fertilization of Fe, Mn and Zn on wheat yield and quality in low sandy soils fertility. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(6):696-699.

MINI CIKLÁMEN FAJTÁK DÍSZÍTŐÉRTÉKÉNEK VIZSGÁLATA A FENNTARTHATÓ TERMESZTÉSHEZ

Turiné Farkas Zsuzsa – Jóljárt Fanni

ANALYSIS OF THE ORNAMENTAL VALUE OF MINI CYCLAMEN VARIETIES FOR SUSTAINABLE GROWING

Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Kecskemét

Absztrakt: A kutatási munkánk során a 'Mini Winter', a 'Picasso' és a 'Fantasia' mini ciklámén fajtákat vizsgáltuk. A kísérletet két éven keresztül végeztük, 2018. és 2019. években, a tiszakécskei Gulyás Kertészetben. Mértük a növények díszítőértékét: a növényátmérőt (cm), a levélszámot (db), a bimbószámot (db), a virágszámot (db), és a virágméretet (cm). A második évben vizsgáltuk a cserépméret növények díszítőértékére gyakorolt hatását is. A nagyobb cserépméret pozitívan befolyásolta a mini ciklámén fajták növényátmérőjét, levél-, bimbó- és virágszámát, ugyanakkor alkalmazása a költségek szempontjából kevésbé gazdaságos. A 'Mini Winter' fajta volt a legtömörebb, legdúsabb lombbal rendelkező, közepesen kompakt növekedésű a 'Fantasia' és a legritkább lombzatú a 'Picasso' fajta volt. A bimbók számát tekintve a 'Mini Winter' és a 'Fantasia' fajta is rendkívül jól teljesített, a 'Picasso' fajta a legkevesebb bimbót hozta. A 'Mini Winter' korábban virágzó, a 'Fantasia' középkorai, míg a 'Picasso' egészen hosszú tenyészidővel rendelkező fajta. Kísérletünkben a nagyobb cserépméret alkalmazása megnövelte a virágszámot, azonban elaprozta a virágok méretét.

Abstract: In our research we examined the mini cyclamen varieties 'Mini Winter', 'Picasso' and 'Fantasia'. The experiment was carried out for two years, in 2018 and 2019, in the Gulyás Horticulture in Tiszakécske. We examined the ornamental value of the plants: plant diameter, number of leaves, number of buds, number of flowers, and size of flowers. In the second year we also examined the effect of pot size on the ornamental value of plants. The larger pot size had a positive effect on the plant diameter, number of leaves, buds and flowers of the mini cyclamen varieties, however, its application was less cost-effective. The 'Mini Winter' was the most compact with the richest foliage, the 'Fantasia' was medium-compact, and the 'Picasso' had the most sparse foliage. In terms of the number of buds, the 'Mini Winter' and 'Fantasia' varieties also performed extremely well, and the 'Picasso' was producing the fewest buds. 'Mini Winter' is earlier flowering, 'Fantasia' is middle-early, while 'Picasso' is a varieties with quite a long growing time. In our experiment the use of a larger pot increased the number of flowers, but the size of the size of the flowers became smaller.

Kulcsszavak: növényátmérő, levélszám, bimbószám, virágszám, virágméretet, cserépméret.

Keywords: plant diameter, leaf number, bud number, flower number, flower size, pot size.

1. Bevezetés

A ciklámén hazánk piacán az egyik legkeresettebb cserepes dísnövény, termesztése az elmúlt években jelentősen lerövidült, korszerűsödött a technológiai fejlődésnek és az F1-hibrid fajtáknak köszönhetően (Schmidt, 2002).

Honfi – Tillyné Mándy (2016) szerint a folyamatos és károsodás nélküli fejlődéshez a 18-20 °C körüli napi átlaghőmérséklet a kedvező, a magasabb hőmérséklet a levélnyel megnyúlását okozza (Wook – Ki, 2014). Fontos a termesztőberendezés megfelelő árnyékolása, hőszabályozása (Merényi, 2018). Kifejezetten érzékeny az erős fényre, a szórt fényt részesíti előnyben (Honfi – Tillyné

Mándy, 2011). Az árnyékolásra napjainkban nagy hangsúlyt kell fektetni a globális klímaváltozás következtésben, melyre Merényi (2019) szerint a növényházakban már nem elegendő belső árnyékolást használni és a gyakran használatos Raschel-háló sem mindig hatásos. Helyette érdemes alkalmazni a fóliák külső árnyékolását fehér festékekkel. Előnye, hogy a fehér festés egyfajta homogén szűrőként működik, ezáltal a legjobb minőségű szórt fényt eredményezi a termesztőberendezésben. A hosszú nappalos kezelés elősegíthetik a növekedést és a virágfejlődést (Wook et al., 2013). Víz – és páraigényes növény (Czáka, 1998). Termesztése speciális tőzeg és alginít keverékében történik, a megfelelő termesztőközeg mellett érdemes különböző komplex hatású műtrágyákat is alkalmazni pl.: Osmocote (Adriaanse, 2014). Szaporítását magvetéssel végzik (Schmidt, 2002). Napjainkban az intenzív termesztésben a termesztők a már kész palántákat vásárolják meg a szaporítóanyag termesztő cégektől és ezt nevelik tovább, lerövidítve ezzel az adott kultúra termesztési idejét és elkerülve az esetleges rossz kelésből fakadó akár 30%-os indulási veszteséget is (Wijchman – Pap, 2005).

Számos ciklámen fajtaival találkozhatunk a piacon, mely közül a termesztők választhatnak. A fajtákat leginkább méret szerint tudjuk elkülöníteni. A jövőben talán a miniciklámenek esetében is lesznek olyan új nemesítések, melyek szintén jól viselik a nagy hőváltozást (Merényi, 2020). Az utóbbi időkben népszerűvé váltak a különféle miniciklámen fajtasorozatok is, mint pl.: a Smartiz, Metis vagy a Super-serie. Ezek főként a 6-12-es cserépméretbe ültethetők. Népszerűségüknek oka, hogy tenyészidejük rövidebb, mint a nagyobb növekedésű fajtáknak és a palánták ára is olcsóbb. Ugyanakkor az egy m²-en felnevelhető növények száma is nagyobb. Tehát gondozásuk nem igényel nagyobb ráfordítást, mint a nagy fajták, kicsiny méretük miatt viszont kevesebb helyet foglalnak, ami sok esetben előnyt nyújt a kis helytel rendelkezők számára (http://www.floretum.hu/dokumentumok/katalogusok/szobanoveny_katalogus_2013.pdf). Kísérletünkben 2018-ban a Super-serie sorozatból hasonlítottunk össze két fajtát, a 'Mini Winter'-t és a 'Picasso'-t, 2019-ben pedig a Metis sorozat 'Fantasia' fajtáját a 'Mini Winterrel'.

A 'Mini Winter' fajta, amint a neve is sugallja, hűvösebb és kissé nedvesebb éghajlaton való virágzásra nemesítették. Nyitott növény szerkezete jobban képes megbirkózni a változó időjárási körülményekkel, így a szabadban is jól alkalmazható. Ez a fajta elviseli a párásabb, nedvesebb időjárást is (<https://schoneveld-breeding.com/en/cyclamen-super-serie-mini-winter/>). A Morel ciklámentermesztő cég azért ajánlja ezt a fajtát, mert alacsony az érzékenysége a botritisz fertőzésre és rövid a termesztési ideje.

A 'Picasso' fajta a Super-serie sorozat ezüstleveles változata, kiváló virágminőséget, nagy és kerek méretet, hosszú virágzási időt és kivételes díszítő értéket produkál még őszi körülmények között is és jól kombinálható a 'Mini Winter' fajtával (http://www.floretum.hu/dokumentumok/katalogusok/szobanoveny_katalogus_2013.pdf).

A Metis sorozat 'Fantasia' fajtája egy elegáns és univerzális miniciklámen fajta, mely hosszantartó és tartós virágzást biztosít. A virágok jellegzetes fehér szegéllyel rendelkeznek, mely önmagában is nagyon dekoratívvá teszi. A forgalmazó szerint, a

ciklámen fajták közül ez a mini 'Fantasia' fajta a legkompaktabb növekedésű, a tenyészideje is jelentősen rövidebb és hosszán eltartható szabadban is (<https://www.cyclamen.com/en/professional/catalogue/cyclamen-metis-series>).

2. Anyag és módszer

Kísérletünket a tiszakécskei Gulyás Kertészetben állítottuk be.

A kertészet 5000 m² alapterületű fóliaház, melyben fűthető, szívató szövetrel borított asztalok találhatók. A fóliaház fűtését gáz és vegyes tüzelésű kazánok biztosítják.

A kísérlethez szükséges palánták 2018. júliusának első hetében érkeztek meg a kertészetbe, 84-es tálcákban. Az akklimatizált palánták ültetése július 22-én történt, speciális földkeverékbe, mely 5-15-ös frakcióból álló litván fehér tőzeg, fekete tőzeg, mikro-tápanyag mix és agyag (RS4-es föld) + alginít + Osmocote műtrágya + mész keveréke. A 13 cm-es cserepeket Mayer 1010-es cserepezőgép töltötte meg az ültetőközzel.

2018. augusztus 20-án állítottuk be a kísérletet egy fűtött asztalon, 4 ismétlésben. 80-80 db növényt helyeztünk el a 'Mini Winter' és a 'Picasso' fajtából blokkos elrendezésbe. Összesen 160 db növényt vizsgáltunk. A méréseket 2 hetente végeztük, az első bimbók megjelenésétől.

Mértük a növények átmérőjét, a levél-, bimbó- és virágszámot. A mérési adatokat Excel-táblába rögzítettük, majd varianciaanalízis segítségével kiértékeljük.

A 2019-es évben hasonlóan történt a kísérlet előkészítése, mint a 2018-as évben. A palánták már június végén megérkeztek 84-es tálcákban. Július 10-ig akklimatizáltuk a növényeket, majd következett az ültetés. Az ültetési közeg azonos volt a 2018. évben felhasznált közeggel. A növények felét 13 cm-es cserépbe, másik felét pedig 10,5 cm-es cserépbe ültettük. A 2019-es évben a cserépméret növényeket befolyásoló szerepét is vizsgáltuk. Ültetés után a növényeket beöntöttük.

A kísérletet 2019. augusztus 25-én állítottuk be. 80-80 db növényt vizsgáltunk a 'Mini Winter' és a 'Fantasia' fajtákból egyaránt, melyek az asztal két különböző oldalán lettek elhelyezve. Egy-egy fajta 40 db 10,5 cm-es és 40 db 13-cm-es cserépbe ültetett növényt tartalmazott. Egy 4 kezelésből álló 4 ismétléses, blokk rendszerű kísérletet állítottunk be. Összesen 160 db növényt vizsgáltunk.

A mérési paraméterek megegyeztek a 2018-as évvel, kiegészítve a virágméret mérésével. A mérések kéthetente zajlottak, kiegészítve azt egy ötödik mérési időponttal decemberben. Ezt azért tartottuk szükségesnek, mert a ciklámen fajták tenyészidejének hossza eltérő, így egy későbbi időpontban végzett mérés eredménye a fajtákról alkotott eredményt meg is változtathatja.

A kísérleti növények ápolása azonos módon történt, mint a többi ciklámen állomány.

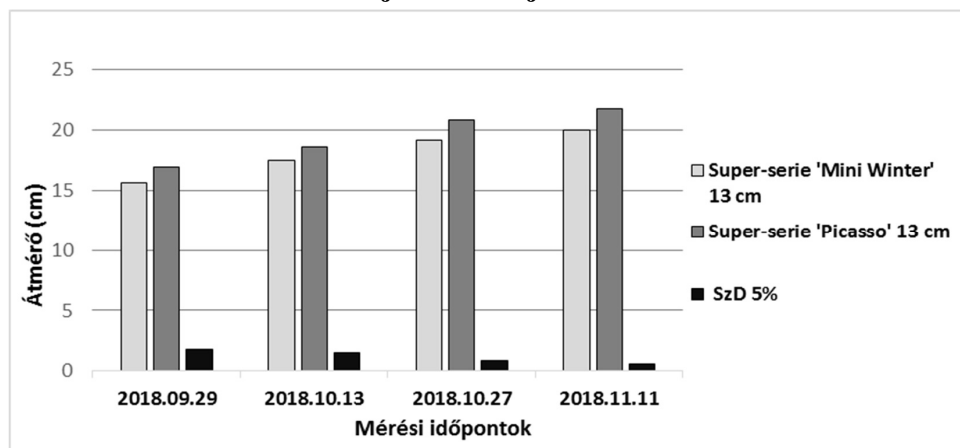
3. Eredmények és értékelésük

3.1. A 2018. évi eredmények

3.1.1. A növényátmérő alakulása

Az 1. ábra szerint a 'Picasso' fajtájú miniciklámenek a tenyésztő folyamán mindig nagyobbak voltak pár cm-rel, mint a 'Mini Winter' fajta egyedei. Az utolsó két mérési időpontban a 'Picasso' fajta egyedei szignifikánsan nagyobb növényátmérővel rendelkeztek.

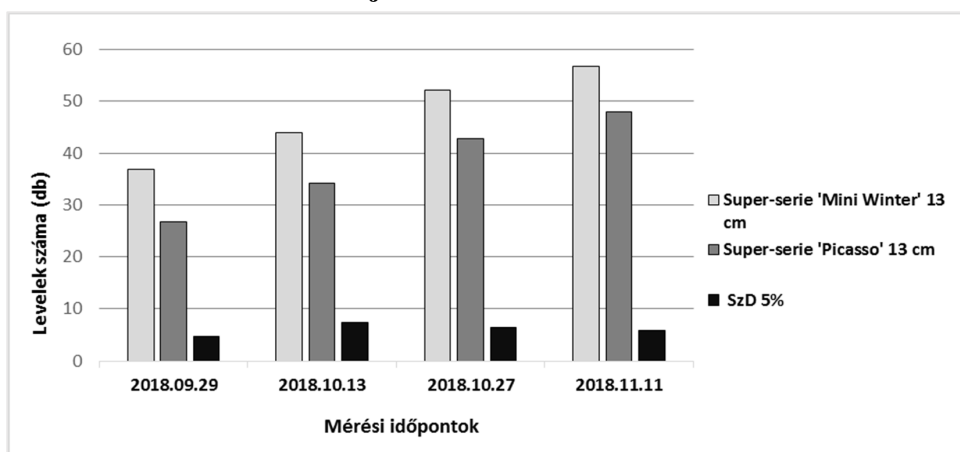
1. ábra: Ciklámen fajták átmérőjének alakulása 2018-ban



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

3.1.2. A levélszám alakulása

2. ábra: Ciklámen fajták levélszámának alakulása 2018-ban



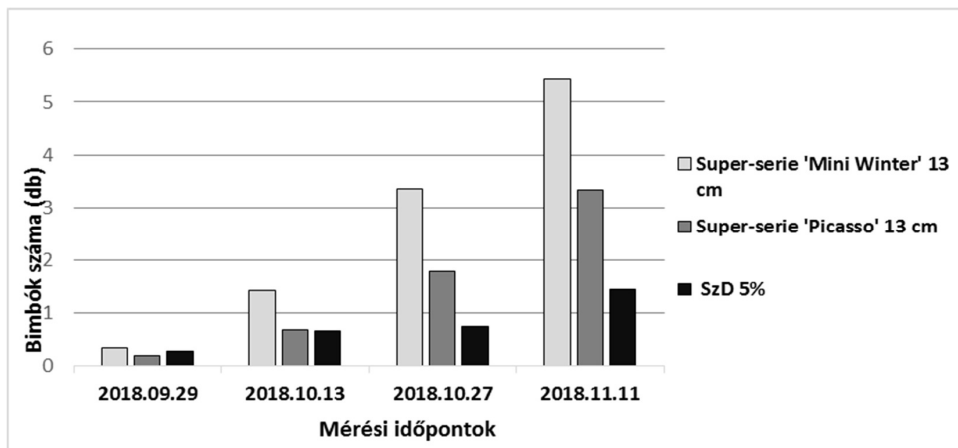
Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A 2. ábra szerint mind a négy mérési időpontban a 'Mini Winter' fajta rendelkezett szignifikánsan több levéllel. Ezek a növények tömörebb állományúak, kompaktabb növekedésűek voltak a nagyobb levélszámnak köszönhetően.

3.1.3. A bimbók számának alakulása

A 3. ábra szerint a 'Mini Winter' fajta októbertől szignifikánsan több a bimbót fejlesztett, mint a 'Picasso' fajta.

3. ábra: Ciklámen fajták bimbószámának alakulása 2018-ban

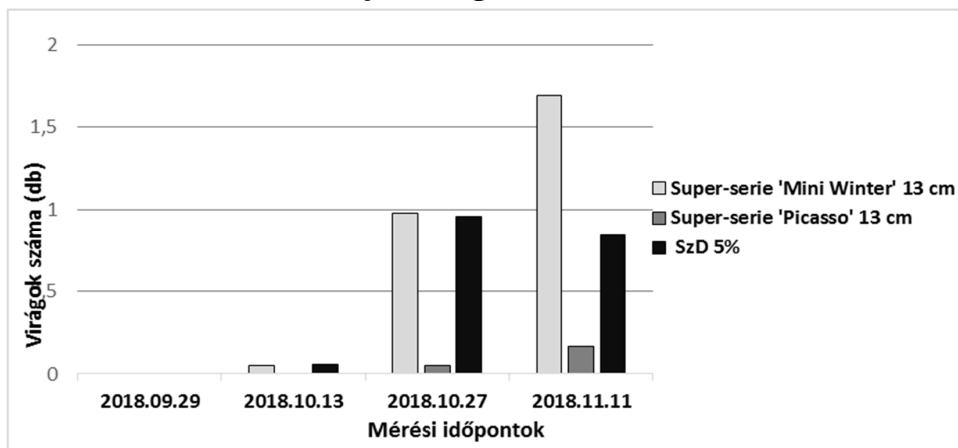


Forrás: A szerző saját szerkesztése.

3.1.4. A virágszám alakulása

A 4. ábra szerint a növények virágzása az október 13-i időponttól kezdődött, azonban ekkor még csak a 'Mini Winter' fajta virágzott.

4. ábra: Ciklámen fajták virágszámának alakulása 2018-ban



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

Szignifikáns eltérés csak a mérés utolsó időpontjában volt, 2018. november 10-én. Virágzás szempontjából a 'Mini Winter' fajta sokkal jobban teljesített, mint a 'Picasso' fajta, mert korábban kezdett virágozni és több virágot hozott (4. ábra).

3.2. A 2019. évi eredmények

3.2.1. A növényátmérő alakulása

Az 5. ábra szerint az egész tenyészidő során a legnagyobb növényátmérőt a 13-as cserépbe ültetett Super-serie sorozat 'Mini Winter' fajtája érte el.

A második legnagyobb méretet a Metis sorozat 'Fantasia' fajtája adta, de lényegesen nem tért el a 10,5-es 'Mini Winter' fajtától, csak a tenyészidő végén.

Mind az öt mérési időpontban a 10,5-es cserepes 'Fantasia' fajta volt a legkisebb. Minden mérési időpontban szignifikáns eltéréseket kaptunk.

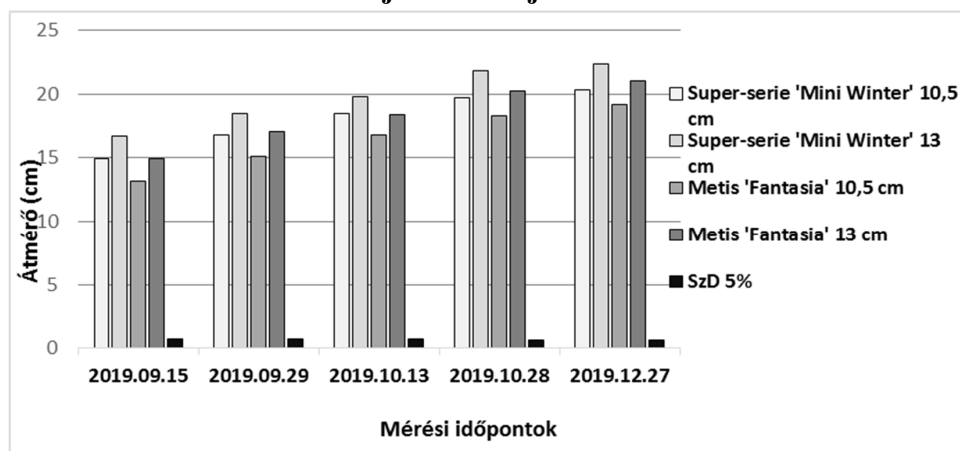
A két 10,5-es cserepes fajta esetében a 'Mini Winter' fajta mindegyik időpontban nagyobb átmérővel rendelkezett, mint a 'Fantasia'.

13 cm-es cserép esetében szintén minden alkalommal a 'Mini Winter' fajta ért el nagyobb átmérőt.

A két különböző cserépméretű 'Mini Winter' esetében minden időpontban szignifikánsan nagyobb átmérőjük lettek a 13-as cserépbe ültetett növények.

A 'Fantasia' fajta esetében is szignifikánsan nagyobb átmérőt eredményezett minden alkalommal a 13-as cserép.

5. ábra: Ciklámen fajták átmérőjének alakulása 2019-ben



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

3.2.2. A levélszám alakulása

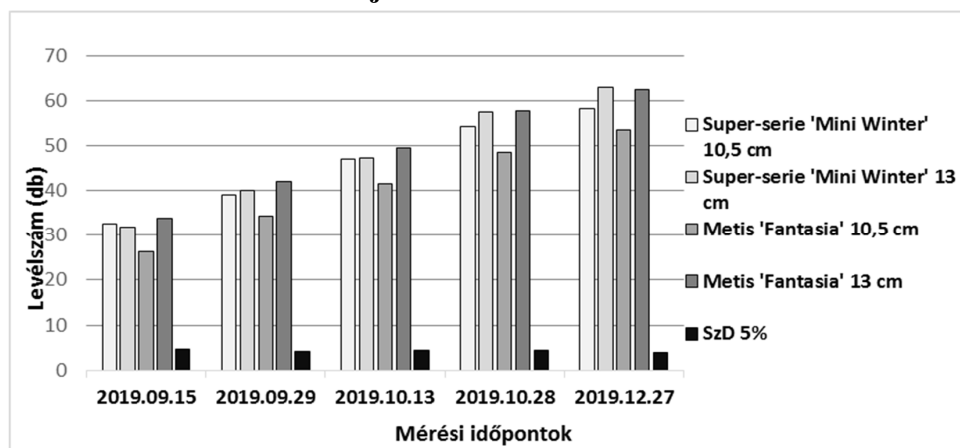
A 6. ábra szerint a 13-as cserépbe ültetett növények rendelkeztek több levéllel a mérések során. Kivételt képez az első időpont, amikor a 'Mini Winter' fajtának a 10,5-es cserepes változata fejlesztett több levelet. A tenyészidő elején a 'Fantasia' fajta rendelkezett több levéllel, decemberben pedig a 'Mini Winter' fajta hozta a legtöbb levelet a 13-as cserépben. A 'Mini Winter' fajta kompaktabb növekedésű.

A 10,5-es cserép esetében szembetűnő különbség keletkezett a két fajta között. A 'Mini Winter' fajta sokkal kompaktabb állományt eredményezett kisebb cserépben, mint az ugyanolyan cserépméretű 'Fantasia' fajta. Az öt mérési időpont mindegyike szignifikáns eltérést adott. A 10,5-es cserépben lévő fajták közül végig a 'Mini Winter' teljesített szignifikánsan több levélszámmal.

A 13 cm-es cserép esetében október 18-ig a 'Fantasia' fajta volt szignifikánsan több levéllel rendelkező, ám ez az október végi időpontra közel azonos értékűvé vált és december 27-én pedig már a 'Mini Winter' fajta lett 13-as cserépben a legkompaktabb növekedésű. A különböző cserépméretű 'Mini Winter' fajta esetében az első mérési időpont kivételével a 13-as cserépben lévő növények lettek szignifikánsan nagyobbak, tehát a cserépméret növelte a levelek számát.

Ugyanez elmondható a különböző méretű 'Fantasia' esetében is, ahol végig a tenyésztő alatt a 13-as cserepes növények lettek szignifikánsan több levélszámúak.

6. ábra: Ciklámen fajták levélszámának alakulása 2019-ben



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

3.2.3. A bimbók számának alakulása

A 7. ábra szerint a fajták szeptember közepén fejlesztették az első bimbókat.

A 'Mini Winter' fajta bimbószáma a tenyésztő elején jóval magasabb volt cserépmérettől függetlenül, mint a 'Fantasia' fajtáé.

Kezdetben a 10,5-es cserépben lévő növények bimbószáma a nagyobb a 'Mini Winter' esetében, tehát korábban virágoztak.

A 'Fantasia' fajta esetében azonban pont az ellenkezőjét tapasztaltuk. A nagyobb cserépbe ültetett növények kezdetben több bimbót hoznak, így korábban is virágoztak.

A kisebb, 10,5-es cserépben azonban a bimbószám sokkal lassabban növekedett, a növények virágzása is későbbre tolódott. A mérési időpontok közül szignifikáns eltérést a 2. és 5. mérési időpontok adtak.

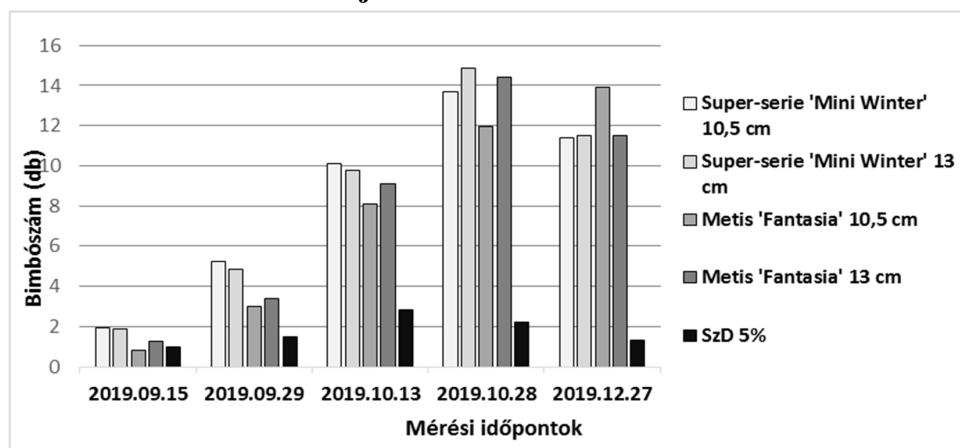
A 10,5-es cserepes fajták közül kezdetben a 'Mini Winter' fajta rendelkezett több bimbóval, de az utolsó időpontban már a 'Fantasia' fajta hozott szignifikánsan több bimbót. A 'Fantasia' fajta későbbi időpontban virágzott.

A 13-as cserepek esetében a 'Mini Winter' fajta a korábbi, míg a 'Fantasia' fajta a későbbi virágzású.

A 'Mini Winter' fajta esetében a tenyészidő elején még a 10,5-es cserépben lévő állomány rendelkezett szignifikánsan több bimbóval, de az utolsó decemberi időpontban ez megfordult, és a 13-as cserepes növények lényegesen több bimbót hoztak. Ebben az esetben a nagy méretű cserép késleltette a virágzást.

A 'Fantasia' fajta esetében a 2. mérési időpontban a nagyobb cserepes növények hoztak több bimbót, ám a tenyészidő végére ez megfordult és a kiscserepes növények rendelkeztek szignifikánsan több bimbóval. Tehát a nagyobb cserép rontotta a fajta tartósságát, azáltal, hogy korábbi virágzást eredményezett.

7. ábra: Ciklámén fajták bimbószámának alakulása 2019-ben



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

3.2.4. A virágszám alakulása

A 8. ábra szerint második mérési időpontban jelentek meg az első virágok.

A diagramon kevésbé látszik, de elsőként a 10,5-es cserepes 'Mini Winter' és 'Fantasia' fajták hozták ki az első virágokat. Ekkor a 13-as cserépbe ültetett növények még nem virágoztak.

A tenyészidő kezdetén a 10,5-es 'Mini Winter' fajta rendelkezett több virággal, azonban ez az érték az utolsó időpontra megfordult és a 13-as cserepes állomány rendelkezett több virággal.

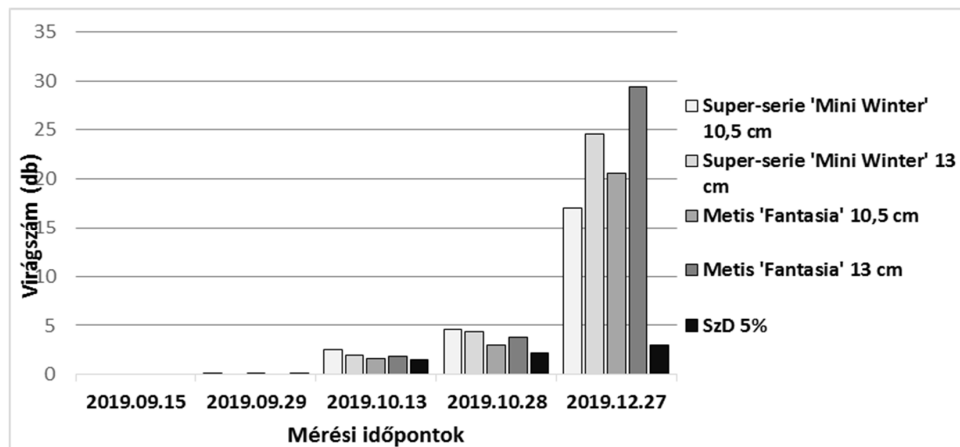
A kezdeti időszakban a 'Fantasia' fajta mindkét cserépméretben kevesebb virággal rendelkezett, azonban a december 27-i időpontban ez megfordult, mert a 13-as cserepes 'Fantasia' hozta a legtöbb virágot és a 10,5-es cserepes 'Fantasia' is több virággal rendelkezett, mint a 10,5-es 'Mini Winter' fajta. Ez a fajta későbbi virágoztatásra alkalmasabb.

Szignifikáns eltérést a december 27-i időpontban kaptunk. A 10,5-es cserepes fajták közül a 'Fantasia' lényegesen több virággal rendelkezett a tenyésztidőszak végén, mint a 'Mini Winter', tehát későbbi virágoztatásra alkalmasabb.

Hasonló szignifikáns eltérés született a 13-as cserépméret esetén is, mivel ott is a 'Fantasia' teljesített jobban.

A fajtákat külön-külön megvizsgálva pedig azt láthatjuk, hogy a nagyobb cserépméret mindkét fajta esetében szignifikánsan növeli a virágok számát, tehát a növények díszítőértékét is.

8. ábra: Ciklámen fajták virágszámának alakulása 2019-ben

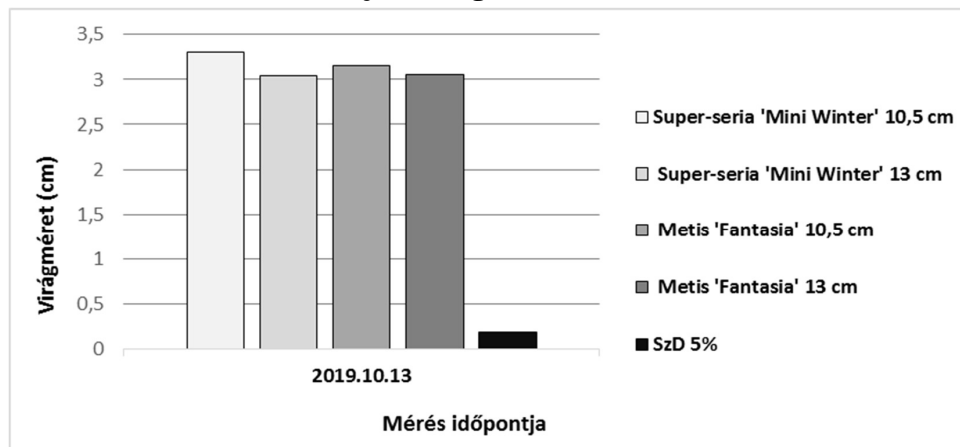


Forrás: A szerző saját szerkesztése.

3.2.5. A virágok méretének alakulása

Az 9. ábra szemlélteti az október 13-án mért virágok méreteit.

9. ábra: Ciklámen fajták virágméretének alakulása 2019-ben



Forrás: A szerző saját szerkesztése.

A legnagyobb méretű virágokat a 10,5 cm-es cserépbe ültetett 'Mini Winter' fajta egyedei hozták, átlagosan 3,31 cm-es virágméret volt a jellemző a fajtára. Ezt követi a 10,5 cm-es cserépbe ültetett 'Fantasia' fajta.

A 13 cm-es cserepépbe ültetett 'Mini Winter' és 'Fantasia' fajták mérete közel azonos volt.

A 10,5 cm-es cserepes növények fajtától függetlenül szignifikánsan nagyobb virágot hoztak, de legjobban a 'Mini Winter' fajta teljesített.

A 13 cm-es cserépméret esetében a 'Fantasia' fajta egyedei értek el nagyobb virágméretet.

A két fajtát külön-külön szemlélve megállapítható, hogy mindkét esetben a kisebb 10,5-es cserépben nevelt állomány adott szignifikánsan nagyobb virágméretet a 'Mini Winter' és a 'Fantasia' fajta esetében is.

Ezek szerint a nagyobb cserépméret törpítő hatást gyakorolt a virágok méretére.

4. Következtetések

4.1. A növényátmérő alakulása

A növényátmérő tekintetében 2018-ban a 13-as cserépben lévő 'Picasso' fajta teljesített jobban. 2019-ben a 13-as cserepes 'Mini Winter' ért el nagyobb átmérőt, ezt követi a 13-as cserepes 'Fantasia' majd a 10,5-es 'Mini Winter' és végül a 10,5-es 'Fantasia'. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a nagyobb cserépméret pozitívan befolyásolja a növények átmérőjét. Ugyanakkor a költségek szempontjából kevésbé gazdaságos, mert nagyobb helyet igényel ezeknek a növényeknek a felnevelése. Kevesebb szállítható el belőlük egy-egy piaci értékesítésre ugyanolyan járművel. Nagyobb csomagolóanyagra, nagyobb cserépre és több földkeverékre van szükség, viszont magasabb áron értékesíteni nehezen lehet a két éves piaci tapasztalat alapján. A mini ciklámen varázsa részben abban rejlik, hogy olcsóbb növények, mint a hagyományos nagy ciklámenek, ezért ez többek számára megfizethetőbb napjainkban.

4.2. A levélszám alakulása

A levelek számát összevetve megállapítható, hogy mind a két év során a 'Mini Winter' fajta teljesített legjobban. Ez lett a legtömörebb, legdúsabb lombbal rendelkező fajta. Azonban mindkét évben ez a fajta igényelte a legtöbb fitotechnikai munkát, mivel nagyon sokszor kellett a sárgult növényi részeket eltávolítani és gyakran jelentkeztek rajta a Botrytis cinerea tünetei is, ami miatt nagy gondosságot igényelt. Ennél a fajtánál kifejezetten fontos a megfelelő preventív növényvédelem alkalmazása, különösen azokban az években, amikor csapadékosabb, párásabb őszi időjárás várható, amely növeli a gombás fertőzések kockázatát. Közepesen kompakt növekedésű volt a 'Fantasia' fajta, mely kevesebb levelet hozott, viszont a jobb szellőzés hatására a szürkepenészsre sem volt olyan mértékben fogékony, mint a 'Mini Winter'. Legritkább lombozatú a 'Picasso' fajta volt, mely a legkevesebb levelet hozta, viszont a legkevésbé volt fogékony a botritiszre. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a kompaktabb növények sajnos nagyobb eséllyel fertőződnek meg a

kisebb belső szellőzés miatt, ezért ezeknek a fajtáknak a növényvédelme kiemelten fontos. A nagyobb cserépméret növelte a leveleknek a számát. 2019-ben mindkét fajtánál több lett a levelek száma a 13-as cserépbe ültetett növények esetében.

4.3. A bimbók számának alakulása

A bimbók számát tekintve a 'Mini Winter' és a 'Fantasia' fajta is rendkívül jól teljesített a kísérlet során, megállapítható, hogy a nagyobb cserépméret ezt a paramétert is pozitívan befolyásolta, növelte. A 'Mini Winter' viszont mindkét évben korábban kezdett el bimbókat hozni és virágozni, ezért ez egy korábbi termesztésre ajánlott fajta. A 'Fantasia' viszont jóval későbbi időpontban érte el ugyanazt a dúsan virágzó állapotot, ez egy későbbi virágzású fajta. A több, később nyíló bimbó arra is utal, hogy ez egy jóval tartósabb fajta. Leggyengébben a 'Picasso' fajta teljesített, amely a legkevesebb bimbót és virágot hozta és a legkésőbbi virágzású fajtának bizonyult a vizsgált fajták közül.

4.4. A virágszám alakulása

A virágok számát tekintve azt tapasztaltuk, ami a bimbószámból is következik, hogy a 'Mini Winter' korábban virágzó, a 'Fantasia' középkorai, míg a 'Picasso' egészen hosszú tenyészidővel rendelkező, későbbi virágzású fajta. A cserépméret egyértelműen pozitívan befolyásolja a virágok számát.

4.5. A virágok méretének alakulása

Mindkét fajta esetében a 10,5-es cserepes fajtáknak lett nagyobb a virága. A 13-as cserép esetén kisebbek lettek a virágok. Feltehetően ez a jelenség azért következett be, mert a nagyobb cserép bár több virágot hoz, a nagyobb mennyiség miatt ezek a virágok elaprózódnak. Ezzel szemben a kiscserepes ciklámenek átlagosan sokkal több nagyobb méretű virágot hoztak. Különösen igaz ez a 10,5-es cserépben nevelt 'Mini Winter' fajtára, melynek értéke a legnagyobb lett.

Összességében megállapítható, hogy megfelelő növényvédelem alkalmazása mellett a Super-serie sorozat 'Mini Winter' fajtája adta a legegységesebb növényállományt, a növények a legkompaktabbak, legkorábban értékesíthetők voltak a 3 fajta közül. A Metis sorozat 'Fantasia' fajtája tartósabb, hosszabb virágzású, a mért növények kevésbé voltak egységesek. A termesztők számára a termesztő-berendezés kihasználtsága szempontjából kedvezőtlen a hosszú tenyészidejű fajta. A leggyengébb fajta a Super-serie sorozat 'Picasso'-ja lett a mért paraméterek alapján, azonban előnyös tulajdonsága a szellősebb lomb és az ezüstös levél.

A 2018-as és 2019-es mérések között különbségek adódtak. Ennek oka, hogy a 2019-es évben a palánták hamarabb érkeztek meg a kertészetbe, így az ültetés is hamarabb megtörtént. Ezért a hasonló időpontokban mért növények 2019-ben nagyobb értékeket adtak. A ciklámen időzítésében az ültetési időpont döntő szerepet játszik.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás megvalósításáért a Tiszakécskei Gulyás Kertészetnek.

Irodalomjegyzék

- Adriaanse, P. (2014): A comparison of growth media on cyclamens in a controlled environment. *ISHS Acta Horticulturae*, DOI:10.17660/ACTAHORTIC.2014.1055.1
- Czáka S. (1998): Cserepes dísznövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Honfi P., Tillyné Mándy A. (2011): *Korszerű kertészet. Modern dísznövénytermesztés és kereskedelem*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
- Honfi P., Tillyné Mándy A. (2016): *Növényházi dísznövénytermesztés*, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék
- Merényi A. (2018): A ciklámen és a hóhullámok. *Kertészet és szőlészet*, 67 (38): 22-23.
- Merényi A. (2019): A ciklámen és a fény. <<https://viragoshirek.hu/aciklamen-es-a-feny/>> (2020.11.20.)
- Merényi A. (2020): Piros ciklámenek. *Kertészet és szőlészet*, 69 (49): 27.
- Schmidt G. (szerk.) (2002): *Növényházi dísznövények termesztése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Wijchman G. - Pap E. (2005): .: Ciklámen-esélyek. *Kertészet és szőlészet*, 54 (19): 24-25.
- Wook O., Ki S. K. (2014): Light intensity and temperature regulate petiole elongation by controlling the content of and sensitivity to gibberellin in *Cyclamen persicum*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55(3):175-182. DOI:10.1007/s13580-014-0135-1
- Wook O., Kyung J. K., Kyung J. C., Jong H. S., Ki S. K. (2013): Temperature and long-day lighting strategy affect flowering time and crop characteristics in *Cyclamen persicum*. volume *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, (54): 484–491. DOI 10.1007/s13580-013-0111-1
- <https://www.cyclamen.com/en/professional/catalogue/cyclamen-metis-series> (2020.11.20.)
- http://www.floretum.hu/dokumentumok/katalogusok/szobanoveny_katalogus_2013.pdf (2019.10.15.)
- <https://schoneveld-breeding.com/en/cyclamen-super-serie-mini-winter/> (2019.11.25.)

KÜLÖNBÖZŐ TRÁGYÁZÁSI MÓDOK HATÁSA A KUKORICATERMESZTÉS HATÉKONYSÁGÁRA

Vojnich Viktor¹ – Ferencz Árpád²

EFFECT OF DIFFERENT FERTILIZATION METHODS ON THE EFFICIENCY OF MAIZE PRODUCTION

¹ Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet, Hódmezővásárhely

² Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Hódmezővásárhely

Absztrakt: Munkánkban három mezőgazdasági vállalkozás növénytermesztését vizsgáltunk különböző technológiák alkalmazása mellett. A gazdasági társaság műtrágyázással biztosítja a megfelelő tápanyagot, az egyéni vállalkozás 3 évente szerves trágyát juttat ki a növények alá, a köztes években műtrágyát alkalmaz. A harmadik családi gazdaság egyik tápanyag-utánpótlási módszert sem használja, baktérium és növényi szerves biotrágyával biztosítja növények tápanyag szükségletét. Munkánkban elemeztük a termesztési technológiák költségeit, bevételeit, jövedelem tartalmát és a termesztés eredményességi mutatóit. A megfelelő baktériummal és baktériumtrágyával a talajkondíciót megtarthatjuk, javíthatjuk, ami az aszályos években a stresszektől óvja növényeinket. Több év adatai alapján megállapítható, hogy a baktériumtrágyás termesztési technológiával kedvezőbb eredmények érhetők el, mint a klasszikus termesztési esetekben. Hosszú távon a baktériumtrágyázás éri el a legjobb termésátlagot és a legjobb gazdasági eredményt.

Abstract: In our study we examined the crop production of three agricultural enterprises that apply various fertilizing technologies. The first company provides the appropriate nutrients by fertilizing; the second, a private enterprise, delivers manure under the crops every three years, applying fertilizer only during the years in between. The third, a family farm, uses a fertilization technique where nutritional requirements are provided by bacteria and organic bio-manure. In our work we analysed the costs, revenues, income and efficiency indicators of the production technologies. With the right bacteria and bacterial-manure soil conditions can be maintained and improved, which will protect the plants during years of drought. Based on several years of data I have found that using bacterial-manure production technology, better results can be achieved than with traditional production methods. In the long-term bacterial- fertilization produces the best yields with the best economic results.

Kulcsszavak: gazdasági elemzés, kukoricatermesztés, baktériumtrágyázás

Keywords: economic evaluation, maize production, bacterium manuring

1. Bevezetés

A termőföld forgatásának és kiszáritásának megszüntetése fontos kérdés. A termőföld megforgatása során több stressz is éri a talajt, ilyen az eketalp által gátolt szellőzés és nedvesség mozgás (Birkás, 2002). A tápanyagutánpótlást érdemes kiegészíteni baktériumtrágya talaj- és növénykondicionáló készítménnyel. Ez teljesen biotermékként előállított anyag, főként, állati és növényi olajokból, gyógynövény kivonatokból, nyomelemekből, esszenciákból áll. Általában kismértékben algát is tartalmaz (Balázs et al., 2012).

A baktériumtrágyák könnyen emészthető szénforrások a hasznos talajlakó mikroorganizmusok számára (www.cheminova.hu, 2020). A kezelésük hatására a talajban rendkívül gyorsan felszaporodnak a számunkra kedvező bontási folyamatokat segítő, gyorsító, a területünkben honos baktériumok (www.phylazonit.hu, 2012). A hasznos baktériumok jelentős felszaporodása, aktivitása gyorsabb szerves anyagbomlást, szerves kolloidok képződését eredményezi, ami talajmelegedést okoz. A talajba juttatott, speciális célokra kitenyésztett élő baktériumtörzsek együttese, amelyek, a talajélet fokozásával, a felvehető tápanyagkészlet növelésével, a műtrágyák jobb felszívódásának támogatásával és a talajszerkezet javításával növelik annak termőképességét, erejét. Nyugodtan kimondhatjuk, hogy a szerves trágyázás lenne a legmegfelelőbb tápanyag utánpótlás (Antal, 2000). Elérhetősége miatt viszont kedvezőtlen, hiszen nem lehet mindig biztosítani a megfelelő mennyiséget.

A műtrágyázás kiváltásának egyik fontos eszköze a baktériumtrágyák használata (Jávor-Boros, 2006). Ezek hatását azonban nem csak szakmailag, hanem gazdaságilag is vizsgálni kell. Az alábbi tanulmány erre a kérdésre ad válaszokat.

2. Anyag és módszer

2.1. A vállalkozások technológiája

A gazdasági társaság nagy telephellyel és sok mezőgazdasági géppel rendelkezik, 2020-ban 400 ha-on folytattak növénytermesztést. Az egyéni vállalkozás 60 hektáros területéből 20 hektáron termeszt kukoricát. A gazdaság 3 évenként szerves trágyát-, a köztes években a műtrágyát használ. A családi gazdaság 200 hektáros földterületéből 2020-ban 48 hektáron termeszt kukoricát. A műtrágyázás elhagyásával már 5 éve gazdálkodnak. Baktériumtrágyát, baktérium szuszpenziót és algát használnak a talaj kondíciójának javítására.

2.2. A termesztéstechnológia költségei

A talajmunkák mindhárom vállalkozásnál azonos módon valósultak meg a kukoricatermesztésében. Amíg két vállalkozás szántással kezdi a technológiáját, addig a saját a harmadiknál a szántás elmarad, lazítás művelettel indítanak, amely alacsonyabb költséget eredményez. A talajmunkák költségét az üzemanyag, a traktoros bére és közterhe valamint az amortizáció teszi ki. A talajmunkáknál hektáronkénti 15 literes fogyasztással számolva 6000 Ft anyagköltséggel lehet kalkulálni. A dolgozó munkabérért a vállalkozások hektáronként 1500 Ft-ban, az amortizáció egységesen 3000 Ft-ban határozható meg. Az eltérő tápanyagutánpótlás alkalmazásának költségeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A tápanyag kijuttatás költségei a kukoricatermesztésben (2020)

Művelet	Munkabér	Üzemanyag	Amortizáció	Összesen
Szerves trágyázás	7 000 Ft			7 000 Ft
Nitrosol kijuttatás	400 Ft	2 000 Ft	1 000 Ft	3 400 Ft
Műtrágyaszórás	700 Ft	2 500 Ft	1 300 Ft	4 500 Ft

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A fellépő költségkülönbségeket már itt is megfigyelhetjük, ezek a kiadott mennyiségektől függetlenül az egyes technológiai változatokban jelentősen eltérnek. Mindhárom vállalkozás esetében a magágy készítés és vetés, növényvédelem, sorközművelés költsége közel azonos módon számolható (lásd: 2. táblázat).

2. táblázat: A kukoricatermesztés műveleti költségei (2020)

Művelet	Munkabér	Üzemanyag	Amortizáció	Összesen
Magágy készítés	500 Ft	2 000 Ft	1 000 Ft	3 500 Ft
Vetés	800 Ft	3 000 Ft	1 500 Ft	5 300 Ft
Növényvédelem	500 Ft	2 800 Ft	1 400 Ft	4 700 Ft
Sorközművelés	600 Ft	3 000 Ft	1 500 Ft	5 100 Ft

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A betakarítás költségei eltérnek a három vizsgált vállalkozásnál, hiszen két gazdaságban szolgáltatást vesznek igénybe a kukorica betakarításához. A gazdasági társaság saját betakarító gépekkel rendelkezik, amely kevesebb költségfelhasználást eredményez (lásd: 3. táblázat).

3. táblázat: A kukorica betakarítás költségei (2020)

Művelet	Munkabér	Üzemanyag	Amortizáció	Összesen
Aratás szolgáltatással				20 000 Ft
Aratás saját kombájnnal	800 Ft	3 000 Ft	1 500 Ft	5 300 Ft

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

2.3. A kukoricatermesztés eredményességének számítása

Mindhárom vállalkozás árbevételének megállapítása során az évenkénti hozamot az értékesítési átlagár szoroztuk. Mind a hozamok, mind az átvételi árak az egyes években jelentősen különböztek egymástól. Az vállalkozásokban alkalmazott technológiák eredményeit két módon is vizsgáltuk. A klasszikus esetben a bevételből kivontuk a termelés során felmerült költségeket. A másik esetben a bevételben szerepeltettük a területalapú támogatást, továbbá a baktériumtrágyát alkalmazó vállalkozás esetén az úgynevezett Karbon-támogatás értékét is. A Karbon-támogatás a talaj mozgatás nélküli technológia és az alga használatát vállalkozók számára biztosított.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A kukoricatermesztés költségei

A vizsgált vállalkozások 2020. évi kukoricatermesztésének költségeit a 4-5-6 táblázatok mutatják be.

4. táblázat: A gazdasági társaság hektáronkénti költsége (2020)

Művelet	Munkabér	Üzemanyag	Amortizáció	Összesen
Össz. gépi munka költség	7 100 Ft	32 900 Ft	14 500 Ft	54 500 Ft
Anyagköltség				
Vetőmag	48 000 Ft		Összesen: 134 900 Ft/ha	
Növényvédőszer	42 900 Ft			
Műtrágya	44 000 Ft			
1 hektárra jutó kukorica teljes költsége: 189 400 Ft				

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

5. táblázat: Az egyéni vállalkozás kukoricatermesztésének hektáronkénti költsége (2020)

Művelet	Munkabér	Üzemanyag	Amortizáció	Összesen
Összes gépi munka költség	25 300Ft	23 700 Ft	11 000 Ft	60 000 Ft
Anyagköltség				
Vetőmag	50 000 Ft		Összesen: 122 300 Ft/ha	
Növényvédőszer	30 300 Ft			
Műtrágya	42 000 Ft			
1 hektárra jutó kukorica teljes költsége: 182 300 Ft				

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

6. táblázat: A családi gazdaság kukoricatermesztésének hektáronkénti költsége (2014)

Művelet	Munkabér	Üzemanyag	Amortizáció	Összesen
Összes gépi munka költség	25 300 Ft	23 200 Ft	10 400 Ft	58 900 Ft
Anyagköltség				
Vetőmag	46 000 Ft		Összesen: 105 500 Ft/ha	
Növényvédőszer	22 500 Ft			
Műtrágya	42 000 Ft			
Nitrosol	7 000 Ft			
Amalgerol	7 000 Ft			
Alga	7 000 Ft			
Phylazonit	7 000 Ft			
1 hektárra jutó kukorica teljes költsége: 164 400 Ft				

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

3.2. A kukoricatermesztés árbevétele, jövedelme

A 7. táblázat az egyes vállalkozásokban elért termésátlagokat, az értékesítési árakat és az ezekből számolható árbevételt mutatja be.

7. táblázat: Az árbevétel alakulása a vizsgált vállalkozásoknál (2020)

Termelő	Termésátlag	Értékesítési ár	1 ha árbevétele
Gazdasági társaság	6,53 t	46 000 Ft/t	300 380 Ft
Egyéni vállalkozó	6,01 t	46 000 Ft/t	276 460 Ft
Családi gazdaság	7,01 t	46 000 Ft/t	322 460 Ft

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Megállapítható, hogy a baktériumtrágya használata 0,5-1 tonnás termésátlag többletet jelentettek, amely az árbevételben realizálódik.

A 8. táblázat a vállalkozások jövedelem különbségeit szemlélteti. A legnagyobb jövedelmet a családi gazdaság produkálta, jelentősen felülmúlva a másik két szervezetet. Az egyéni vállalkozó kevesebb ráfordítással kevesebb eredményt is tudott realizálni, mivel az első évi szervestrágyázás hatóanyagait elhasználódtak, amelyet a műtrágyázás önmagában nem tudta pótolni.

8. táblázat: A kukoricatermesztés jövedelmének alakulása egy hektáron (2020)

Termelő	Árbevétel+támogatás	Összes költség	Jövedelem
Gazdasági társaság	368 380 Ft	189 400 Ft	178 980 Ft
Egyéni vállalkozó	344 460 Ft	182 300 Ft	162 160 Ft
Családi gazdaság	390 460 Ft	164 400 Ft	226 060 Ft
Családi gazdaság Karbon támogatással	405 460 Ft	164 400 Ft	241 060 Ft

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

A kukoricatermesztés jövedelmezőségének alakulását támogatással és támogatás nélkül a 9. táblázat szemlélteti.

9. táblázat: A kukoricatermesztés jövedelmezősége a vizsgált vállalkozásokban

Termelő	Jövedelmezőség támogatás nélkül	Jövedelmezőség támogatással	Jövedelmezőség Karbon támogatással
Gazdasági társaság	58 %	94 %	
Egyéni vállalkozó	62 %	89 %	
Családi gazdaság	96 %	137 %	147 %

Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

4. Következtetések

A műtrágyázás elhagyásával a termőtalajt kímélni és pihentetni tudjuk. A megfelelő baktériummal és baktériumtrágyával a talajkondíciót megtarthatjuk, javíthatjuk, ami az aszályos években a stresszektől védi növényeinket. A vizsgálatból egzakt módon megállapítható, hogy a baktériumtrágyás termesztési technológiával kedvezőbb eredmény érhető el, mint a klasszikus termesztési esetben.

A kedvező hatások az alacsonyabb termesztési költségekben, a nagyobb termésátlagban, ezzel a magasabb jövedelem tartalmában jelennek meg, amelyet a

karbon támogatás igénybevétele még eredményesebbé tehet. Megállapítható, hogy a magyarországi kukoricatermesztés eredményességét a támogatások jelentősen javítják. A Karbon támogatás a jövedelmezőségen 10%-ot javít, amely komoly eredménnyel a klasszikus gazdálkodást választóknak is el kell gondolkodniuk.

Irodalomjegyzék

- Antal J. (2000): *Növénytermesztők kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Balázsy S.- Bartók T.- Benedek Sz.- Bíró B.- Keresztes Zs.- Máté S.- Szécsi Á.- Zászlós T. (2012): *A beforgatott jövő, talajbiológiai és baktériumtrágyázási ismeretek mindenkinek*. Imi- Print nyomda, Budapest
- Birkás M. szerk. (2002): *Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés*. Akaprint Kiadó, Budapest
- Jávor A.- Boros J. (2006): *Az agrárinnovációtól a társadalmi aszimmetriáig*. Mezőgazdasági Kiadó, Imi- Print nyomda, Budapest
- www.cheminova.hu (2014): Cheminova Magyarország Kft
- www.phylazonit.hu (2012): Phylazonit Tele Élettel

VONALKÓDOS RAKTÁR IRÁNYÍTÁSI RENDSZER BEVEZETÉSÉNEK TERVEZÉSE EGY SZEGED KÖRNYÉKI VÁLLALATNÁL

Zsótér Brigitta – Zaka Norbert

PLANNING THE INTRODUCTION OF A BARCODE WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM AT A COMPANY NEAR SZEGED

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet, Szeged

Absztrakt: A tanulmány célja, hogy bemutassa az adott vállalat milyen költség vonzatokkal tudna bevezetni egy vonalkódos raktárirányítási rendszert a vállalatirányítási információs rendszerének bővítése során.

Abstract: The aim of the study is to show what cost implications a given company could introduce in a barcode warehouse management system as it expands its corporate governance information system.

Kulcsszavak: termékazonosítás, költség kalkuláció, vonalkódos raktárirányítási rendszer, Szeged környéki vállalat

Keywords: product identification, cost calculation, barcode warehouse management system, Szeged area company

1. Bevezetés

Munkánk során egy Szeged környéki kft. a meglévő vállalatirányítási információs rendszerének bővítését tűztük ki célul. Konkrét feladatunk: a meglévő ERP rendszer vonalkódos raktárirányítási rendszerrel történő bővítésének tervezése, amely elősegíti a vállalkozás napi működését. Ennek érdekében ez elmúlt években országszerte több vállalatnál szakmai megbeszéléssel egybekötött terepbejárás keretén belül megnéztük a jó gyakorlatot.

A standard vállalatirányítási információs rendszerek legnagyobb előnye az egyedileg tervezett integrált vállalatirányítási rendszerekhez képest, hogy készen megvásárolhatóak, emellett egy jóval öltéghatékonyabb megoldást jelent a beszerzése. (Sárkány, 2009)

Az ERP rendszerek a vállalatirányítás csúcstechnikáját jelentik, melyek magas hatékonysággal integrálják és átfogják a vállalat belső működési funkcióit. Ezzel elősegítik a vezetői döntés támogatást, az információszolgáltatást, s mind emellett megalapozza az üzleti intelligencia kialakulását (Hetyei–Salgóiné, 2009).

Az integrálás következtében a vállalkozások belső működési rendszerének hatékonysága javul, a munkafolyamatokra fordított idő rövidül, s ezáltal a költségeik és kockázataik csökkennek és a vevői elégedettsége lényegesen javul.

A vállalatirányítási információs rendszereknek nem pusztán csak előnyei léteznek, hanem hátrányai is. A legnagyobb hátránya a standard rendszereknek, hogy egy általános vállalati felépítés szerint építik fel az adott rendszereket, ebből adódóan minden egyes vállalkozáshoz nem igazíthatóak olyan könnyedén. Ebben az esetben

át kell gondolni, hogy magát a rendszert igazítjuk a vállalkozáshoz, vagy a vállalkozást a rendszerhez. Mind a két esetben ezek költségtényezőként jelentkeznek a vállalat büdzséjében (Sárkány, 2009).

A másik nem elhanyagolható hátrány egy új irányítási rendszer bevezetésénél, hogy a munkavállalókra terhet ró az új rendszer megismerése, tanulása. Az első időszakokban félve fogják használni az új rendszert az alkalmazottak. Mivel a tanulási fázis eltarthat hosszú hónapokon át, ezért ez szintén költségként jelentkezik a költségvetésben. Illetve bizonyos rendszerek esetében az előd rendszer és az új architektúra közötti átjárást (adatmigrációt) nem lehet végrehajtani. Ebből fakadóan az adatok átemelésénél hibaforrás keletkezik, és bizonyos esetekben a két felépítés között funkciók elérések, kiesések származhatnak (Sárkány, 2009).

2. A konkrét vállaltírányítási rendszer bemutatása

A P@rtner.ERP vállalatirányítási információs rendszer a Rose Software Kft. által tervezett standard vállalatirányítási rendszer, melynek előd rendszere a vizsgált kft-nél mai napig is működő Helix vállalatirányítási információs rendszer. A standard vállalatirányítási információs rendszer egy keretrendszer köré felépített modulok architektúra. Az 1. táblázat jól szemlélteti a P@rtner vállalatirányítási rendszer moduljait.

1. táblázat: P@rtner.ERP vállalatirányítási információs rendszer moduljai

KERETRENDSZER	
KERESKEDELEMI MODUL	TÁRGYIESZKÖZ
GYÁRTÁS, TERMELÉS	BÉR ÉS MUNKAÜGY
CRM	RÉSZVÉNY-NYILVÁNTARTÓ
PROJEKTMENEDZSMENT	KONTROLLING, ÜZLETI INTELLIGENCIA
DOKUMENTUMKEZELÉS	GÉPJÁRMŰ ÉS MUNKAGÉP NYILVÁNTARTÓ MODUL
FOLYAMATMENEDZSMENT	EKÁER MODUL
WEBPORTÁL, ERP A WEBEN	MOBIL.P@RTNER
WEBSHOP	MOBIL.ÉRTÉKESÍTÉS (PDA)
BANKI KAPCSOLAT	TOVÁBBI FUNKCIÓK

Forrás: saját készítésű táblázat

2.1. Termékazonosítás, vizuális azonosítás

Az ellátási láncon belül az egyik legfontosabb feladat a termékek azonosítása és nyomon követése (Nagy, 2008). A hagyományos embert igénylő vizuális azonosítás nem felel meg a mai logisztikai követelményeknek, a túlzott lassúsága és nagy hibalehetősége miatt (Nénon, 2016).

Termék azonosítási rendszerek alkalmazásával a termékek nyomon követhetőek, a folyamatirányítás, illetve a készletgazdálkodás javítható. Hosszútávon ezáltal lehetséges az automatikus termékazonosítás és nyomon követhetőség, így az ellátási lánc stratégiák javíthatóak. Növeli a teljes körű újra tervezhetőséget a teljes ellátási láncban, mivel számos olyan akadályt eltávolít, melyek korlátozzák az ellátási lánc struktúráját (Csipkés, 2018).

Manapság a tudomány és a technológia igen meghatározóvá váltak, amelynek háttérében az emberi tudás és képességek, mint elsődleges erőforrások állnak (Kis, 2020). Egyre nagyobb jelentősége van az információ rendszerbe való foglalásának, melyek származhatnak a megrendelőktől és az ügyfelektől, esetleg a logisztika területéről (Hampel, 2017). Az egyre fokozódó vállalati versenyben fontos a költséghatékony termék előállítás, illetve szolgáltatás nyújtás, raktározás (Prezenszki, 2010), speciális tárolás, szállítás (Pamlényi–Gál, 2021), amelynek kulcsa lehet a megfelelő azonosítás. A gyakorlati életben kétfajta termékazonosítással találkozhatunk. Ez a kétfajta az érintéses és az érintés nélküli azonosítás. Az érintéses (mechanikai) lyukak és bütykök segítségével azonosítja a terméket. Ellentétben az érintés nélküli azonosítási formákkal itt van fizikai érintkezés. Az érintés nélküli azonosítási rendszereknél megkülönböztethetünk négy típust. Az első az elektronikus melyik chip-kártya, illetve RFID chip segítségével hordozza az adatokat. Az optikai megoldásnál vonalkód segítségével azonosítják a termékeket. A mágneses azonosításnál mágnesescsík segítségével, míg a műholdas támogatású GPS alapon tudja nyomon követni fedélzeti számítógép segítségével a termékeket (Csipkés, 2018).

2.2. Vonalkód – Érintés nélküli azonosítás

Napjainkban az egyik legelterjedtebb azonosítási mód az optikai, azaz a vonalkódos azonosítás.

A vonalkód egy számok és betűk kombinációjából álló azonosító, ami egy kódolt forma, melyet gépek segítségével érintés nélkül le lehet olvasni. A vonalkód pusztán csak egy azonosító, egy hivatkozási szám, amely egy adatbázis meghatározott elemére mutat rá. Minden más információt az aktuális adatbázis tárol el.

Két fő típusa lehetséges az egy dimenziós, illetve a kétdimenziós vonalkód. Az egydimenziós vonalkód különböző vastagságú függőleges sötét vonalak és világos közök meghatározott váltakozása, amely az információt a leolvasó számára biztosítja. Ezzel szemben a kétdimenziós vonalkódok jóval nagyobb információt tudnak hordozni, mint az 1D-s társaik. A kétdimenziós azonosítók különféle geometriai alakzatokat használnak az azonosításra.

A legelterjedtebb vonalkód az EAN13 (GTIN-13), viszont a vizsgált kft adatbázisában a vállalatirányítási információs rendszer a cikkszámokból generál

vonalkódot, bár néhány esetben ezt felül kell írni, de nagy mértékben hasznos. A cikkszámok numerikus és alfanumerikus jegyekből állnak. Ezért a legmegfelelőbb kódolás a Code 128-as.

A Code 128-as vonalkód rohamosan terjedő vonalkódrendszer. A Code 128-as vonalkódnak 11 modul szélesek a karakterei, s ezek mindegyike három vonalból és három közből áll. Ezen vonalkódrendszer 2 típusú ellenőrző kódot tartalmaz a megnövelt biztonság érdekében. Ennek a vonalkódtípusnak a legfőbb jellemzői: nagy információs sűrűséget- és alfanumerikus karakterkészleteket képes megjeleníteni, folyamatos és önellenőrzésre képes, illetve változó hosszúságúak lehetnek és a különböző felhasználási céljai szabványosítottak.

2.3. Vonalkódos adatgyűjtő bemutatása

A beruházás során szükséges 4 darab vonalkódos adatgyűjtő beszerzése. A kiválasztásnál törekedtünk, hogy olyan adatgyűjtő kerüljön majd a vállalkozáshoz, mely igen nagy teljesítményű és nem utolsó sorban ipari kivitelű.

Erre a célra két terminál típust javasoltunk, melyből az első egy Honeywell EDA61K típusú mobil vonalkódos adatgyűjtő terminál, a másik a Zebra Symbol gyártmányú MC3000 sorozatának a legújabb tagja az MC3300-as. Ár-érték arányban a két termék közel azonos kategóriába sorolható.

Kiválasztás során a Zebra MC3300 mellett döntött a beruházó.

A Zebra MC3300 vonalkódos mobil kézi adatgyűjtő terminál a Zebra nagy sikerű MC3000 sorozat tagja, amely 15 éves múltra tekint vissza. A Zebra MC3300 vonalkódos adatgyűjtő Android operációs rendszeren fut, s emellett hatalmas színes érintőképernyővel van felszerelve, melynek mérete 4 inch. Raktári és gyártási környezetbe fejlesztették ki, amely a következő paraméterekkel rendelkezik:

- CPU: Qualcomm 8056 1,8 Ghz hexa-core 64 bit
- 2GB RAM, 16 GB Flash (Standard)
- Android 7.0 Nougat AOSP GMS operációs rendszer
- 29 gombos billentyűzet
- WVGA színes érintőképernyő, 4 inch, (480×800 pixel)
- IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/d/h/l/k/r/w gyors roaming, Bluetooth 4.1, 2.1 + EDR.
- IP54, -20°C – +50°C, 1,5 méterről ejthető
- 1D lézer Imager vonalkóddolvasó, normál távolságra

2.4. Vonalkód nyomtató bemutatása

A rendszer kiépítésének a harmadik pillére a vonalkód nyomtató, mellyel az ERP rendszer által képzett vonalkódokat fizikai formára lehet konvertálni. A címke nyomtató szintén a Zebra Symbol által tervezett és gyártott készülék, mely a ZD220 típusnévre hallgat. Az elődmodellje a Zebra GC420 címkenyomtató készülék.

A Zebra ZD220-as egy belépő szintű modell a 4” -os típusú nyomtatók között. Pontosabb paraméterei a következők:

- direkt termál vagy termál transzfer nyomtatás
- 203 dpi / 8 dots per mm

- nyomtatási sebesség: 102mm/sec
- memória: 256 MB Flash; 128 MB SDRAM
- EPL, ZPL program nyelvet támogat
- maximum nyomtatási szélesség: 4.09 in. / 104 mm
- firmware (alapszoftver): ZPL II; EPL 2; XML

3. Vonalkódos raktárirányítási rendszer gazdaságosságának kalkulációja

A vonalkódos raktárirányítási rendszer kiépítésének a bekerülési költsége 25 837 559 Ft. Meg lehet valósítani csupán önerőből, vagy támogatást igénybe véve. A vonalkódos raktárirányítási rendszert minden alkalmazottra ki lehet terjeszteni, de lehet elemezni olyan változatot is, amelyet csupán az irodai alkalmazottakra terjesztünk ki. Ennek megfelelően négy esetet vizsgáltunk. Eredményeink összegzését a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat Számítási eredményeink összegzése

	„A” eset	„B” eset	„C” eset	„D” eset
Nettó jelenérték	5 991 ezer Ft	2 886 ezer Ft	13 220 ezer Ft	10 115 ezer Ft
Belső megtérülési ráta	18,05%	11,49%	43,24%	32,56%
Jövedelmezőségi index	1,23	1,11	1,71	1,54
Diszkontált megtérülési idő	4,06 év	4,50 év	2,92 év	3,24 év

Forrás: saját készítésű táblázat

A kapott eredmények alapján az „A” esetben a vonalkódos raktárirányítási információs rendszer bevezetése minden alkalmazottra kivetítve megtérül 5 éven belül pusztán a vállalkozásnak saját forrásait igénybe véve. A kapott nettó jelenérték (NPV) 5 991 ezer Ft, ami nagyobb, mint 0 Ft, tehát a beruházás várhatóan növeli a vállalkozás értékét (Illés, 2009) és pozitív nettó bevételt eredményez a vizsgált 5 éves időszakban. A számított belső megtérülési ráta 18,05%, ami nagyobb, mint az elvárt 6%-os hozam. A jövedelmezőségi index értéke 1,23 lett a kalkulációban, ami nagyobb, mint 1. A diszkontált megtérülési idő 4,06 év, ami alapján az 5. évben térül meg a projekt. Mivel megegyezik a számított és az elvárt érték, ez a mutató is megfelel az elvárásoknak. Összességében „A” alternatív befektetési lehetőséget el lehet fogadni.

A második „B” esetben azt feltételeztük, hogy a vonalkódos raktárirányítási információs rendszer bevezetése az összes alkalmazottra kivetítve megtérül 5 éven belül saját tőke és visszatérítendő állami támogatás bevonásával. A vizsgálat során kapott nettó jelenérték 2 886 ezer Ft, volt, ami nagyobb, mint 0 Ft, ebből kifolyólag várhatóan beruházás növelni a vállalkozás értékét. Második mutatóként a belső megtérülési rátát vizsgáltuk, ami 11,49%. Mivel ezen érték magasabb, mint a 6%-s elvárt hozam, ezért ezt a mutatót is elfogadhatónak tekintjük. Következőnek a jövedelmezőségi indexet vizsgáltuk, amely 1,11. Mivel nagyobb, mint 1, ezért elfogadhatónak minősítjük. Végül a diszkontált megtérülési időt kalkuláltuk ki, amire 4,50 évet kaptunk eredményül. Szintén az elvárt 5 éven belül megtérül a beruházás. Összegezve a „B” alternatíva is minden mutató szempontjából elfogadható.

A „C” esetben azt a teóriát állítottuk fel, hogy a vonalkódos rendszer felépítésében csak az irodai alkalmazottak körében terjesztjük ki az ERP rendszer kibővítésében a projektmenedzsment modult, és így a beruházás 5 év alatt térül meg saját forrásból. Elsőként a nettó jelenérték mutatót számítottuk ki, mely 13 220 ezer forint. Ez az érték nagyobb, mint nulla, ebből kifolyólag elfogadhatónak találtuk. A belső megtérülési ráta 43,24%-os értékre jött ki. Jelen eredmény magasabb hozamot mutat, mint az elvárt 6%. A jövedelmezőségi index 1,71 Ft lett, ami nagyobb, mint 1. Utoljára a diszkontált megtérülési idő számoltuk ki, s eredményként 2,92 évet kaptunk, ami azt jelenti, hogy a harmadik évben térül meg a befektetés. Ennélfogva a projektet el kell fogadni. A „C” esetben minden kalkulált érték a pozitív irányban tért el a felállítotthoz képest, így ezt az alternatívát is elfogadhatjuk.

Negyedik és egyben utolsó esetben („D” eset) azt feltételeztük, hogy az irodai alkalmazottak körére kibővített projektmenedzsmenttel a vonalkódos raktárirányítás rendszer 5 év alatt megtérül saját és visszatérítendő állami támogatásból finanszírozva. Első mutatóként a nettó jelenértéket (NPV-t) határoztuk meg, amelyre 10 115 ezer forintot kaptunk. Ezután a belső kamatlábat vizsgáltuk meg, amelyre 32,56%-os értéket kaptunk. Ez az eredmény magasabb, mint az elvárt 6%-os hozam, tehát ezt a végeredményt is elfogadjuk. A jövedelmezőségi index számítására 1,54, amely nagyobb 1. A diszkontált megtérülési idő 3,24 év. Összegezve a „D” esetben is az összes mutató megfelelő értéket mutatott.

4. Következtetések, összegzés, záró megjegyzések, záró gondolatok

Mint a négy beruházási alternatíva megfelelt a vizsgát követelményeknek. Viszont ki kell választani azt, amely a vállalat számára a legmegfelelőbb.

Összevetve az összes mutatót azt láthatjuk, hogy „C” -nek a legmagasabb a nettó jelenértéke, a jövedelmezőségi indexe és a belső megtérülési rátája. Emellett a leghamarabb is ez térül meg. Tehát ez az alternatíva felel meg a legjobban a vállalkozásnak, amely nem más, mint saját tőke bevonásával pusztán az irodai alkalmazottakra kibővített projektmenedzsment modullal ellátott vonalkódos raktárirányítási rendszernek a bevezetése.

De ha figyelembe vesszük azt a szubjektív tényezőt is, hogy ezen rendszer még nem teljesen fedi le az integrált vállalatirányítási információs rendszer lehetőségeit,

pl. a későbbiekben bevezetésre kerülő vonalkódos rendszerrel egybekapcsolt munkaidő nyilvántartást. Akkor abban az esetben a legjobb megoldásnak az első, azaz a „A” alternatíva felelne meg, mely nem hoz akkora bevételt a vállalkozás számára, mint a „C” eset, de a továbbfejlesztés szempontjából egy kecsgetetőbb lehetőséget biztosít a vállalat számára.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő és a Nemzeti Tehetség Program NTP-HHTDK-20-0001 és az NTP-HHTDK-19-0001 számú pályázatok támogatásával készült.



Irodalomjegyzék

- Csipkés Margit: Termékazonosítás és nyomkövetés lehetőségének fontossága az ellátási lánc folyamataiban. *Logisztika*, 4 (2): 41-46.
- Hampel Gy. (2017): Logisztikai problémák megoldásának támogatása Excel 2016-ban. *Jelenkori Társadalmi és Gazdaság Folyamatok* 12 : 3 pp. 219-229., 11 p.
- Hetyei J., Salgóné Sziklai K. (szerk.) (2009): *ERP rendszerek Magyarországon a 21. században*. ComputerBooks Kiadói Kft., Budapest.
- Illés Iné (2009): *Vállalkozások pénzügyi alapjai*, SALDO Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Zrt., Budapest, ISBN 978-963-638-221, 116-131.
- Kis K. (2020): Minőségjavítás és -fejlesztés a vállalati partnerek bevonásával a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karán, *Jelenkori Társadalmi és Gazdaság Folyamatok* 15 : 3-4 pp. 25-53. , 29 p.
- Nagy J. (2008): *Ellátási lánc menedzsment technikák, Műhelytanulmány*, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, ISSN 1786-3031, 3-12
- Német Z. (2016): *Raktározási ismeretek (Termelési és nagykereskedelmi raktározás)*, Kereskedelmi és Idegenforgalmi Továbbképző Kft., Budapest, ISBN 978-963-637-334-4, 7-13, 67-75, 99-105.
- Pamlényi K., Gál J. (2021): Bioszimiláris gyógyszerek tárolásának és szállításának specialitásai és nehézségei. In: Bodnár K.; Privóczi Z.(szerk.) (2021): *7. Logisztika a Dél-Alföldön* : Lektorált tudományos konferenciakiadvány. Csongrád, Magyarország, Agro-Assistance Kft. 58 p. p. 21.
- Prezenszki J. (2010): *Raktározás-Logisztika (technika, technológia, szervezés, szolgáltatás)*, Ameropa Kiadó, Budapest, ISBN 978-963-06-8670-9, 47-67
- Sárkány Zs. (2009): Az integrált vállalatirányítási információs rendszerek szerepe a vállalatirányítás hatékonyságának növelésében, Szakdolgozat, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen.

